

Сл. 2. — Велика спирална маглина NGC 5194 и 5195 у Canes Vinatici α = 13[h] 26[m], δ = +47.7° (1900). Маунт Вилсон опс. Рефлектор 152 см. Излагање 16[h] 45[m]. Одстојање 20 000 000 св. г. Пречник 70 000 св. г.

1974 3

VASIONA

REVUE D'ASTRONOMIE ET D'ASTRONAUTIQUE

ANNÉE XXII 1974 № 3 BEOGRAD

Bulletin de la Société Astronomique „R. Bošković". Adresse: VASIONA, Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji Grad, Beograd, Yugoslavie

САДРЖАЈ

МОЛЕ СЕ ЧЛАНОВИ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА „РУЂЕР БОШКОВИЋ" И ПРЕТПЛАТНИЦИ „ВАСИОНЕ" ДА ОБНОВЕ ПРЕТПЛАТУ ЗА 1974. ГОДИНУ

ПРЕТПЛАТА ЗА 1974. ГОДИНУ МОРАЛА ЈЕ БИТИ НЕШТО ПОВИШЕНА, ЗБОГ ПОСКУПЉЕЊА ХАРТИЈЕ И ШТАМПАРСКИХ ТРОШКОВА

ЧИТАОЦИ СЕ МОЛЕ ДА УВАЖЕ РАЗЛОГЕ ЗА ОВО ПОСКУПЉЕЊЕ

ВАСИОНА, часопис за астрономију и астронаутику. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић", уз учешће Републичке заједнице за научни рад СР Србије. Годишња претплата за нечланове НД 20, за чланове НД 18, за ученике свих школа ако поруче одједном најмање десет примерака по НД 10, а за иностранство НД 50. Поједини број НД 5 — Власник и издавач Астрономско друштво „Руђер Бошковић", Београд. Уредништво и администрација: Београд, Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи Град. Тел. 624-605. Рукописи се не враћају. Претплате слати у корист рачуна број 60806-678-6639

Штампа: Штампарско-издавачко предузеће „Србија", Београд, Мије Ковачевића 5

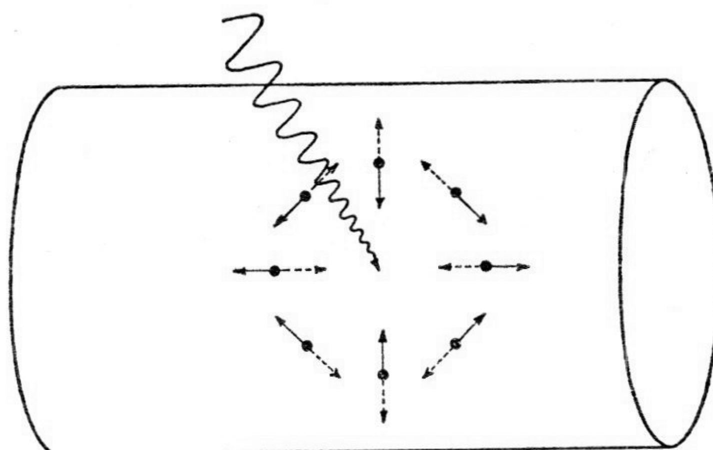
ВАСИОНА ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ И АСТРОНАУТИКУ ГОДИНА XXII 1974 БРОЈ 3 БЕОГРАД

O GRAVITACIONIM TALASIMA

Mogućnost detekcije gravitacionih talasa već godinama predstavlja jedan od najvećih izazova naučnicima našeg vremena. Smatra se da bi ti talasi morali prožimati celu vasionu, noseći poruke neocenjive vrednosti. Njihovim izučavanjem astronomima bi bio otvoren još jedan prozor u svemir a fizičarima novi put za izučavanje osobina gravitacionog polja i materije uopšte. Postoji mogućnost da će se pomoću gravitacionih talasa otkriti nove pojave i tela ili nepoznato ruho već poznatih objekata.

U teoriji, gravitacioni talasi nisu nov pojam. Naime, jedno od predviđanja opšte teorije relativnosti jeste da nesferni dinamički promenljivi sistemi moraju zračiti gravitacione talase. Drugim rečima, od takvih sistema se prostiru na sve strane gravitaciona polja, noseći sa sobom energiju, momenat i informaciju. Prema opštoj teoriji relativnosti gravitacioni talasi su transverzalni i prostiru se brzinom svetlosti. Oni imaju sposobnost da stupaju u uzajamno dejstvo sa svim oblicima materije, za razliku od elektromagnetnog polja koje stupa u dejstvo samo sa električnim strujama i naelektrisanjima.

Pogledajmo šta se, prema opštoj teoriji relativnosti, dešava sa materijalnom sredinom kada je pogodi ravan talasni front gravitacionih talasa. Tada će ta sredina, u dva uzajamno upravna pravca da trpi rastezanje odnosno sabijanje, a u svim ostalim pravcima biće izložena obrtnom momentu (sl. 1). Veličina tih



Sl. 1. — Unutrašnje vibracije koje bi upadni gravitacioni talas trebalo da izazove u masivnom cilindru prema predviđanju Einsteinove tenzorske teorije gravitacionog polja. Punim linijama prikazano je kretanje čestica u jednom trenutku a iscrtanim linijama, pola periode kasnije.

sila se menja sa učestanošću jednakom učestanosti samih gravitacionih talasa. Drugim rečima posle polovine perioda sabijanje će biti zamenjeno rastezanjem i obrnuto. Takva slika će biti u bilo kojoj tački ravni upravne na pravac prostiranja talasa. To znači da u gravitacionom talasu nema izdvojenog centra; postoje samo karakteristični pravci, pri čemu je veličina odgovarajućih sila deformacije u dve proizvoljno izabrane tačke proporcionalna rastojanju između te dve tačke.

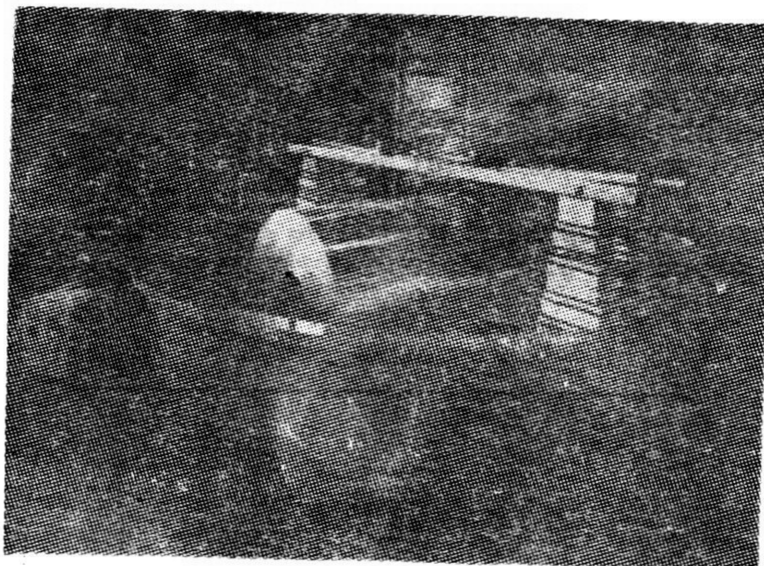
Iako su teorijske postavke bile poznate već nekoliko decenija, gravitacioni talasi nisu mogli biti zapaženi u laboratorijskim okvirima zato što se tu radi o suviše malim masama i suviše malim ubrzanjima, odnosno dinamičkim promenama uopšte. Zbog toga su i gravitacioni talasi koji se na Zemlji mogu

proizvesti suviše slabi da bi bili registrovani. Koliko su to male veličine vidi se iz izraza za snagu W koju izračuje telo koje osciluje sa frekvencijom f

$$W \sim (G/c^5)\, M^2(2\pi f)^2$$

Najoptimalniji modeli zemaljskih izvora po tome ne mogu imati snagu zračenja veću od 10^{-13}erg/s cm², što je ispod praga osetljivosti današnjih instrumenata.

Stoga je prva potraga bila organizovana za gravitacionim talasima koje bi emitovala veća tela kao što su zvezde i galaksije. Prvi inicijator i organizator takvog traganja je bio američki naučnik Joseph Weber, profesor Univerziteta u Maryland-u (USA). Gravitacioni teleskop koji je on proračunao i sagradio, sastojao se od masivnog aluminijumskog valjka 153 cm dugog i oko 66 cm u prečniku, oko koga su bili postavljeni piezoelektrični kristalni prijemnici (sl. 2). Princip dejstva gravitacionog teleskopa se zasniva na Weber-ovom teoriskom radu u kome je on pokazao da gravitacioni talasi mogu pobuditi unutrašnje vibracije u elastičnom čvrstom telu. Da bi se dobila najveća, tzv. rezonantna reakcija, potrebno je da frekvenca gravitacionog talasa odgovara prirodnim akustičkim frekvencama čvrstog tela. Prvi Weber-ov uređaj je odgovarao frekvenci od 1661 Hz. Indukovane vibracije u valjku dovešće pritiskom na piezoelektrične kristale do stvaranja napona na njihovim krajevima. Veličina izmerenog napona predstavlja merilo jačine vibracija. U slučaju kada su vibracije izazvane upadnim gravitacionim talasom, indukovani napon daje podatak o jačini gravitacionog talasa.



Sl. 2. — Gravitacioni teleskop: veliki aluminiumski cilindar sa piezoelektričnim prijemnicima.

Da bi izbegao uticaj drugih izvora vibracija, Weber je preduzeo niz izvanrednih predostrožnosti. Tako je ceo uređaj bio obešen o žicu-amortizer i nalazio se u vakuumu, da bi se otklonili uticaji potresa i zvučnih vibracija. Pošto se ipak ne mogu sve vrste smetnji otkloniti, dva identična gravitaciona teleskopa su napravljena i postavljena na udaljenosti od oko 1000 km jedan od drugog. Ukoliko bi do neželjenih pojava došlo, malo je verovatno da bi se one javile istovremeno u obe laboratorije, u Maryland-u i Argonne National Laboratory kod Čikaga. Ne izgleda mogućnim da bi udar groma, nagla promena elektromagnetnog polja gradske mreže ili pljusak kosmičkih zrakova mogli istovremeno da pogode oba mesta na tako velikoj udaljenosti. Weber je smatrao da bi istovremene vibracije najverovatnije poticale od kosmičkih gravitacionih talasa.

Sva posmatranja su, ipak podvrgnuta statističkim testovima da bi se videlo kolika je verovatnoća da oba uređaja istovremeno pokažu vibraciju zapažene amplitude. Sem toga izvršen je i eksperiment u kome je signal iz jednog prijemnika namerno zadržan pre nego što je izvršeno poređenje sa signalom iz drugog mesta. Koincidencija zapažena pri običnom poređenju traka posle takvog veštački unetog faznog pomaka bi morala iščeznuti ukoliko je poklapanje bilo slučajne prirode.

Trud oko konstrukcije ovog uređaja, osetljivog na promenu u dužini valjka od svega 1/100 dela prečnika atomskog jezgra, bio je nagrađen, 1969. godine,

registracijom povremenih istovremenih impulsa na oba gravitaciona teleskopa. Amplituda koincidentnih impulsa je bila skoro za red veličine veća od praga osetljivosti instrumenta procenjenog na 10^6 erg/s cm^2, a događaji su zapaženi 1 do 2 puta dnevno.

Na osnovi analize svojih podataka Weber je došao do zaključka da su ti treptaji pobuđeni povremenim impulsima gravitacionih talasa koji stižu iz središta Mlečnog Puta. Od trenutka objavljivanja tih rezultata, 1969. godine, među naučnicima je nastalo veliko komešanje. Najveće iznenađenje a i sumnju izazvao je Weber-ov nalaz da je jačina zabeleženih gravitacionih talasa tako velika da njihovo postojanje odgovara gubitku od oko 1000 Sunčevih masa godišnje. Ako bi se Weber-ova vrednost prihvatila kao tačna to bi značilo da gravitacioni talasi odnose iz Galaktičkog jezgra oko 100000 puta više energije no svetlost i radio zračenje zajedno. Iako je ubrzo od strane engleskih naučnika publikovan podatak da bi se iz posmatrane recesije zvezda moglo zaključiti da se jačina gravitacionog polja naše Galaksije smanjuje, ipak ti podaci se daju protumačiti gubitkom od najviše 200 Sunčevih masa godišnje. .

Interpretacija Weber-ovih podataka u pogledu intenziteta je veoma neizvesna jer su nedovoljno dobro poznati efikasnost uređaja i tzv. Q-faktor koji predstavlja količnik učestanosti signala i frekventnog opsega signala. Skorašnji Weber-ovi eksperimenti na frekvenci od 1580 Hz pokazuju da i na toj učestanosti ima impulsa, što bi govorilo da je Q-faktor gravitacionih talasa manji od 20. Nije nemoguće da je on čak blizak jedinici. U tom slučaju bi zabeleženi impulsi odgovarali čak i većem gubitku mase nego što je to prvobitno procenjeno.

Noviji usavršeniji Weber-ovi eksperimenti nisu otklonili ove razlike, iako je on kasnije registrovao nešto slabije zračenje.

Podesnom izmenom aparature — stavljajući umesto jednog valjka disk, Weber je uspeo da pokaže da je primljeni signal takve prirode da ako se tu radi o gravitacionim talasima oni moraju biti tenzorske prirode, kao što je to Einstein u svojoj teoriji relativnosti smatrao. Ovaj rezultat je nesumnjivo predstavljao veliku potporu shvatanju da zabeleženi impulsi pripadaju gravitacionom zračenju, jer je teško zamisliti da bi neka druga pojava mogla tako vešto da »simulira« osobine gravitacionih talasa. Ipak sumnje su i dalje ostale, a veliki broj naučnika, članova bar petnajestak grupa, se bacilo na proveru Weber-ovih rezultata, projektujući nove gravitacione prijemnike i poboljšavajući Weber-ov tip antene.

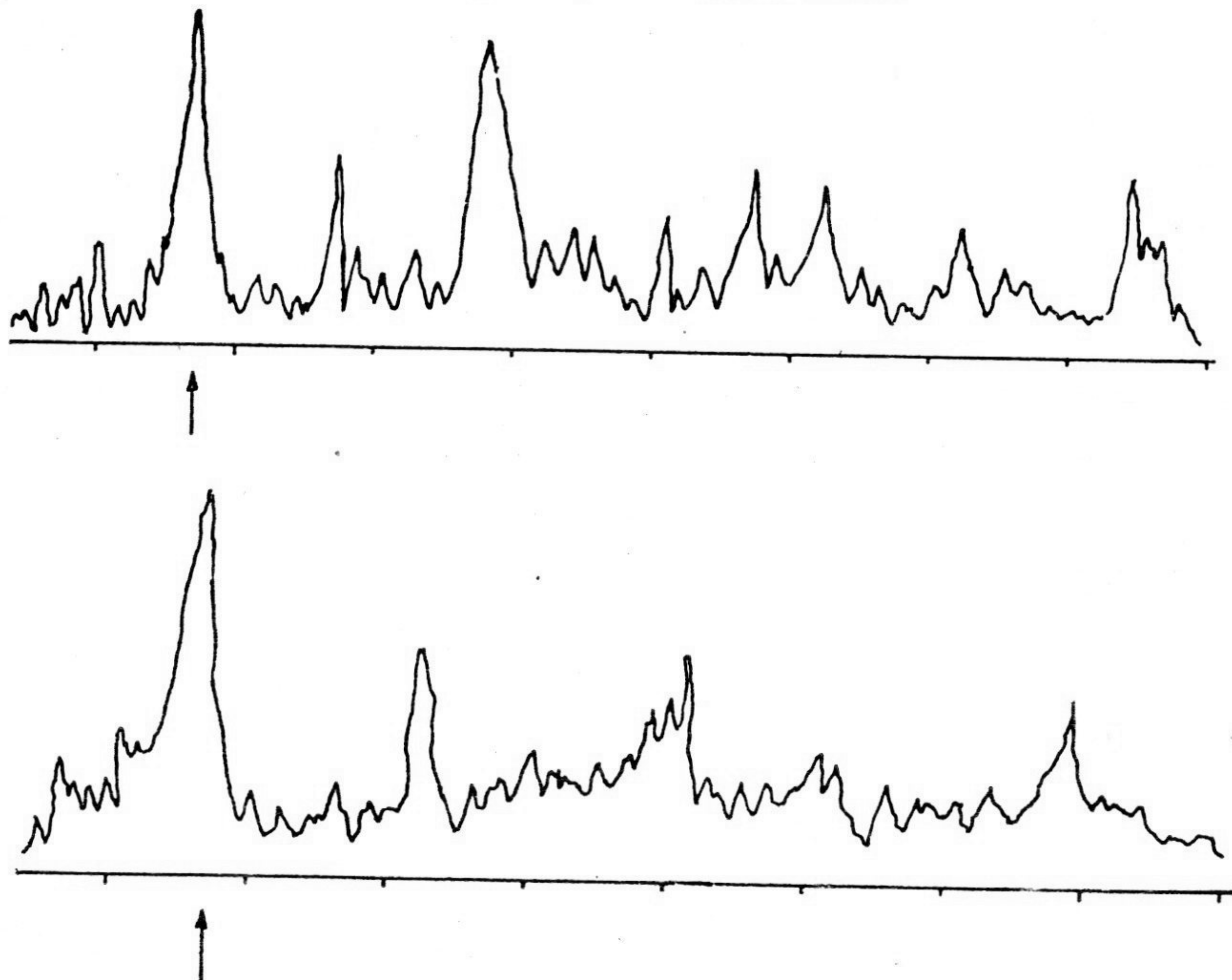
S obzirom na ogromnu važnost problema bilo je predviđeno da se, u okviru misije Apolo 17, postavi na Mesecu gravimetar koji bi bio u stanju da registruje vibracije Meseca izazvane gravitacionim talasima. U tom slučaju sam Mesec bi bio »gravitaciona antena«, veoma osetljiva, zbog svoje velike mase. Zemlja, iako veća, manje je podesna za antenu jer previše treperi, zbog zemljotresa, atmosferskih promena i dr. Nažalost, eksperiment na Mesecu nije uspeo zbog kvara aparata. Ideju da se Zemlja iskoristi kao detektor gravitacionih talasa pokušao je da realizuje izraelski naučnik Dror. On je u jednoj pećini kod Eilata, na Sinaju, postavio precizne seizmografe i prošle godine je objavio da je zabeležio signal čija se frekvenca veoma tačno podudarala sa predviđenom frekvencom gravitacionog zračenja jednog od obližnjih pulsara. Preliminarna merenja pomoću velike seizmičke antene u SAD, po projektu Dyson-a, nisu otkrila elastične deformacije Zemlje izazvane upadnim gravitacionim talasima pulsara.

Veoma je zanimljiva koincidencija promene brzine kosmičkih brodova »Mariner 6« i »Mariner 7« tokom njihovog leta ka Marsu. sa signalima koje su Weber-ovi instrumenti zabeležili na Zemlji, u odgovarajućem trenutku.

Iako veoma uzbudljivi svi ovi rezultati nisu izdržali kritiku, tako da danas još uvek ne znamo da li su posmatrani događaji posledica dejstva gravitacionih talasa.

Osnovni povod sumnji je činjenica da ni jedna ekipa naučnika koja je pokušala da, sa uređajima osetljivijim od Weber-ovih, registruje kosmičko gravitaciono zračenje, nije u tom uspela. Ni Amerikanci (Tyson i Douglass) iz Rochester-a, ni grupa ruskih naučnika pod rukovodstvom profesora Braginskog, ni tim Nemaca iz Minhena i Italijana nisu detektovali gravitacione talase. Da bi se izbegle dvosmislene registracije ruska grupa je uvela jedan dodatni uslov: koincidentnim impulsom su smatrani samo oni impulsi koji imaju isti oblik a zabeleženi su istovremeno na oba uređaja. Ovakav kriterijum sam Weber nije

uzimao u obzir, što je možda i dovelo do precenjenog broja događaja. Samo škotski tim i to samo za jedan događaj, nije mogao naći drukčije tumačenje sem da je to možda rezultat dejstva gravitacionih talasa.



Sl. 3. — Samo koincidentni signali (označeni na slici sa strelicom) na oba zapisa uzimaju se kao signali koji bi mogli poticati od upadnog gravitacionog talasa.

Zanimljivo je da trake sa signalima koje je Weber snimio i dao italijansko-nemačkom timu na uporednu obradu, čak i na njihovim uređajima i prema njihovoj metodi analize, pokazuju prisustvo nekih impulsa. Sam Weber i dalje stoji na stanovištu da je njegov rad i njegovo tumačenje rezultata ispravno i da je on prvi čovek koji je registrovao gravitacione talase .

Za protekle četiri godine problem gravitacionih talasa je postao toliko složen da je njemu bio posvećen ceo jedan simpozium Međunarodne astronomske unije, 1973. godine, u Varšavi. Svi do tada poznati rezultati su pretreseni, prodiskutovani sa eksperimentalne i teorijske strane, ali do zaključka o tome šta predstavljaju Weber-ovi eksperimenti nije se došlo. Neki naučnici smatraju da je on merio, nehotice, poremećaje u magnetosferi Zemlje.

Na osnovi teorijskih razmatranja danas se zna da bi trebalo da postoji više vrsta izvora kosmičkih gravitacionih talasa. Posmatrano sa tačke gledišta jačine i karaktera gravitacionog zračenja nebeski izvori se mogu podeliti u dve grupe.

U prvu grupu spadaju izvori neprekidnog zračenja niske učestanosti (do desetine Hz). Njihova snaga je mala ali se zato njihova faza i učestanost mogu izračunati i zna se položaj tih »osumnjičenih« izvora na nebu. Takvi izvori gravitacionih talasa bi morali biti dvojne zvezde i pulsari. Nažalost, snaga tih izvora je suviše mala da bi se današnjim aparatima mogli registrovati. Maksimalna snaga zračenja svih dvojnih zvezda, koje pada na 1 cm^2 Zemljine površine je oko 10^{-7} erg/s, dok od svih pulsara dolazi oko 10^{-6} erg/s po cm^2 Zemljine površine.

Drugu vrstu izvora sačinjavaju impulsni izvori, učestanosti do 10^4 Hz. Njihova snaga mora biti mnogo veća ali, nažalost, unapred ne možemo znati na kojoj frekvenci taj izvor treba tražiti i gde na nebu se on može naći. Obično se kaže da su najverovatniji izvori zračenja tog tipa neka grupa obje-

kata u središtu Galaksije, čije nesimetrične oscilacije dovode do izračivanja energije na oko 10^3 Hz. Takva tela su možda grupe neutronskih zvezda. Oscilacije bi u tom slučaju nastale u trenutku rađanja nove neutronske zvezde. Kako se te oscilacije moraju brzo gasiti, njihovo zračenje se može samo kratko vreme posmatrati. Njihov fluks na 1 cm^2 Zemljine površine bi mogao da iznese oko 10^6 erg/s. Sudari masivnih zvezda takođe mogu dati impulse veće snage i kratkog trajanja. Spektar im je širi i zavisi od tipa sudara. Na učestanosti od 10^3 Hz gustina fluksa na Zemljinoj površini u tom slučaju bi bila oko 10^4 erg/s cm^2.

Pored ovih mogu postojati i drugi izvori kao što je npr. reliktno zračenje i dr.

Ipak svi ovi teorijski radovi za sada još uvek ne pokazuju kako bi mogla masa koja odgovara masi 1000 zvezda godišnje da se pretvara u gravitaciono zračenje. Mi ne znamo ni jedan fizički proces koji bi dovodio do takvog rezultata. Time, čak i u teorijskom pogledu, problem gravitacionih talasa postaje velika zagonetka.

Budućnost će pokazati u kom pravcu se nalazilo rešenje.

Jelena Miloradov — Turin

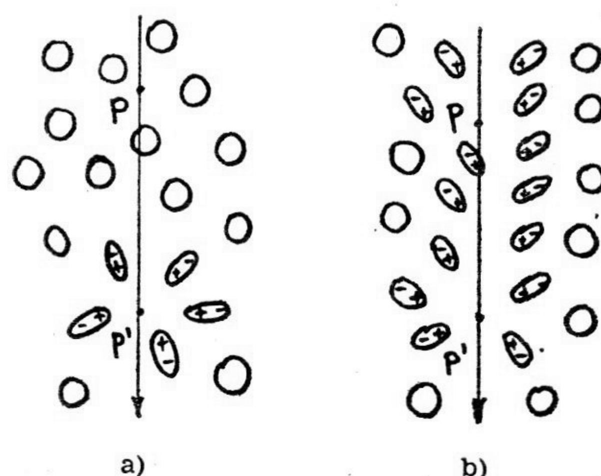
EFEKAT ČERENKOVA

Uvod. Efekat Čerenkova sastoji se u tome da sredina zrači pod uticajem polja naelektrisane čestice, koja se kreće brzinom većom nego što je brzina svetlosti u datoj sredini. Ovo nije u protivrečnosti sa teorijom relativiteta. Brzina svetlosti u vakuumu (c) jeste najveća brzina u prirodi, ali brzina svetlosti u materijalnim sredinama manja je od c i određena indeksom prelamanja. Ako je n indeks prelamanja za datu sredinu, definisan u odnosu na vakuum, brzina svetlosti u toj sredini iznosi $v = c/n$ i manja je od c. Dakle brzina svetlosti može biti manja od brzine čestice ako je ova bliska c i ako je dovoljno velik indeks prelamanja.

Ovu pojavu otkrio je 1934. g. P. A. Čerenkov, proučavajući luminiscenciju rastvora uranovih soli. On je uočio da sumporna kiselina kada se nađe u blizini emitera gama zračenja emituje slabu plavičastu svetlost. Čerenkov je proučio osobine tog zračeja i otkrio da se razlikuje od svih poznatih zračenja. Prvo teorijsko objašnjenje ove pojave dali su 1937. g. I. J. Tam i I. M. Frank. Ono je zasnovano na klasičnoj elektrodinamici. Za radove o Čerenkovljevom zračenju dobili su 1958. g. Čerenkov, Tam i Frank Nobelovu nagradu za fiziku.

Osobine Čerenkovljevog zračenja. Karakteristične osobine ovog zračenja jesu: usmerenost, prag pojavljivanja, koherentnost, polarizacija i spektralna raspodela.

Šta se događa kada kroz prozračnu sredinu proleće naelektrisana čestica? Na slici 1. a. prikazan je presek sredine u blizini putanje AB elektrona, čija brzina je relativno mala u odnosu na brzinu svetlosti. Pojedini atomi predstavljeni su kružićima i u normalnom stanju to su približno sfere. U blizini elektrona, koji se nalazi npr. u tački P, njegovo električno polje polariše atome. Pomeranjem elektrona u drugu tačku P' atomi u blizini P vraćaju se u prvobitno



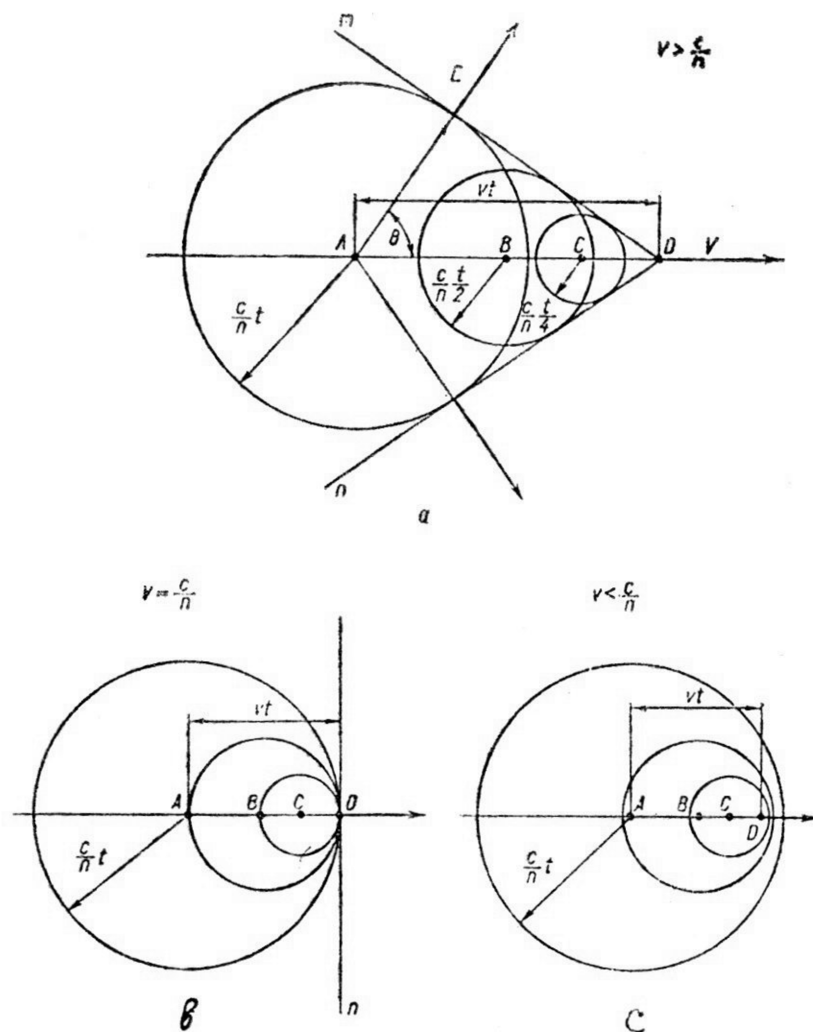
Sl. 1.

stanje, a polarišu se atomi oko P'. Pobuđeni atomi ponašaju se kao dipoli. Bliže putanji su pozitivni krajevi dipola. Svaki element zapremine kroz koji prolazi elektron primiće tako jedan kratkotrajan elektromagnetni impuls. U homogenoj sredini polarizacija je potpuno simetrična u odnosu na tačku u kojoj se nalazi čestica. Zbog toga je rezultantno polje na većem rastojanju jednako nuli.

Slika se menja ako je brzina čestice dovoljno velika u odnosu na brzinu svetlosti u toj sredini. Tada polarizacija u pravcu kretanja čestice i polarizacija po azimutu nisu jednake. Simetrija je očuvana samo u azimutnoj ravni. Usled toga se duž ose pojavljuje rezultatno polje dipola, koje postoji i na većim rastojanjima. Takvo se polje čestica pobuđuje u svim elementarnim zapreminama duž putanje. Zatim svaka od pobuđenih elementarnih zapremina, vraćajući se u prvobitno stanje, zrači kratkotrajni elektromagnetni impuls.

Talasi emitovani od pojedinih delova putanje u opštem slučaju gase se međusobno na većim rastojanjima. Zato je rezultujuće polje daleko od čestice ipak jednako nuli. Ako je međutim, brzina čestice veća od fazne brzine svetlosti u datoj sredini, postojaće fazna razlika emitovanih talasa. Dakle, rezultatno polje različito je od nule i na većim rastojanjima. Zračenje će postojati.

Ovo zračenje može da se vidi samo pod određenim uglom Θ u odnosu na putanju čestice. Polazeći od Huygensovog principa možemo geometrijski predstaviti konačan efekat poremećaja koji je izazvala brza naelektrisana čestica prolazeći kroz datu sredinu.



Sl. 2.

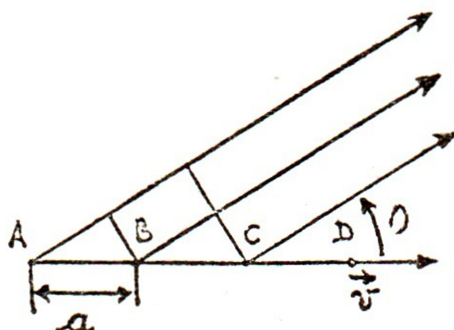
Neka je brzina (v) čestica konstantna. (To znači da zanemarujemo usporavanje usled jonizacionih gubitaka.) Kroz sredinu poremećaj će se prostirati brzinom c/n. Za vreme dok čestica pređe put AD poremećaj se pomeri za neko manje rastojanje. Prolazeći kroz tačke B, C, D čestica je prelazila puteve AB = vt/2, BC = vt/4, AD = vt, a poremećaj se sferno prostirao do rastojanja R_1 = (c/n) (t/2), R_2 = (c/n) (t/4), R_3 = (c/n)t. Položaj talasnog fronta u trenutku kada se čestica nalazi u tački D određuje konusna površ koja dodiruje sfere R_1, R_2, R_3. Kako se talas prostire normalno u odnosu na talasni front, pravac prostiranja talasa i pravac kretanja čestice zaklapaće ugao Θ. (Sl. 2). Iz trougla AED vidimo da je $\cos\Theta = AE/AD = (c/n)\,t/(vt) = c/nv = 1/n\beta$,

gde smo sa β obeležili odnos brzina v/c. Na slikama 2. b i c. prikazani su slučajevi $v = c/n$ (prag pojavljivanja talasa) i $v < c/n$. U slučaju b kao da se konus izravnao — izrodio u ravan normalnu na pravac brzine čestice. Tada je $\Theta = 0$, a takođe je i intenzitet zračenja jednak nuli. U slučaju c fazna brzina poremećaja stalno prestiže česticu. Zbog toga se talasni front ne može formirati.

Ovim se objašnjavaju prve dve osobine Čerenkovljevog zračenja. Analogan rezultat dobija se i razmatranjem interferencije talasa-poremećaja emitovanih od svih tačaka putanje čestice.

Pretpostavka o ravnomernom kretanju čestice i prinudnom karakteru emisije dovodi do zaključka da je zračenje sa svih delova putanje *koherentno*. — Dakle, talasi mogu da interferiraju, a rezultat interferencije zavisi od fazne razlike talasa emitovanih sa različitih tačaka putanje.

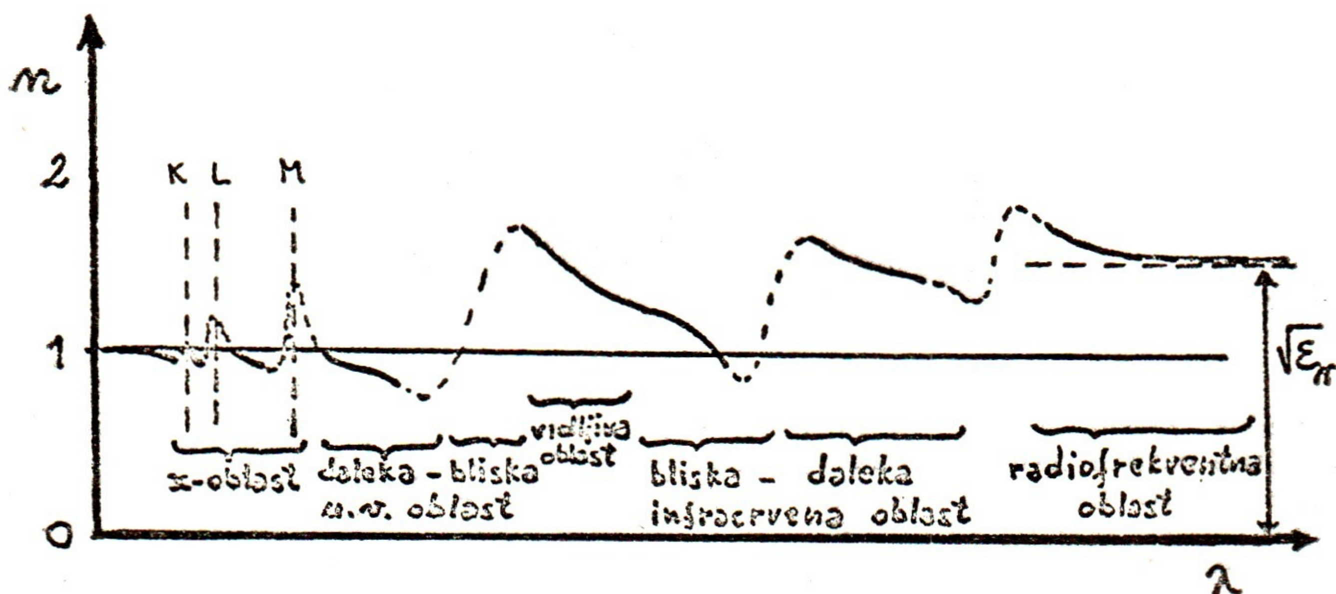
Sl. 3.



Razdelimo putanju na jednake odsečke a, i posmatrajmo zračenje u proizvoljnom pravcu, pod uglom Θ. (Slika3). Talasi koji potiču od krajeva odsečaka ne emituju se istovremeno. Zato će rezultat interferencije zavisiti ne samo od putne razlike zrakova, već i od sopstvene razlike u fazama oscilovanja u tačkama A i B. Ova razlika za talase frekvencije ω iznosi ωa/v. Putna razlika zraka je $\frac{a\omega}{c'} \cos \Theta$, pa je rezultujuća fazna razlika

$$\varphi = \omega \left(\frac{a \cos \Theta}{c'} - \frac{a}{v} \right) \qquad (1)$$

Ovde je $c' = c/n$ fazna brzina talasa. Ako je fazna razlika jednaka $\pm\pi$ talasi se gase, a pojačavaju ako je jednaka 0. To odgovara putnim razlikama $(2k+1)\lambda/2$ i $k\lambda$, k-ceo broj. Vidimo da ni u kom slučaju ne može biti fazna razlika jednaka nuli, ako je $v < c'$. Sledi, talasi se gase u svim pravcima. Za $v > c'$ postoji jedan ugao Θ_0 (a u anizotropnim sredinama nekoliko uglova Θ_i) za koje se trajektorija ne može podeliti na takve odsečke a, za koje bi fazna razlika iznosila π. Taj ugao dobija se izjednačavanjem izraza (1) sa nulom, što je ekvivalentno sa $a \to \infty$. Dakle, $\cos\Theta_0 = c'/v = c/nv = 1/n\beta$. Zračenje od svih delova putanje zaista je međusobno koherentno.[1])



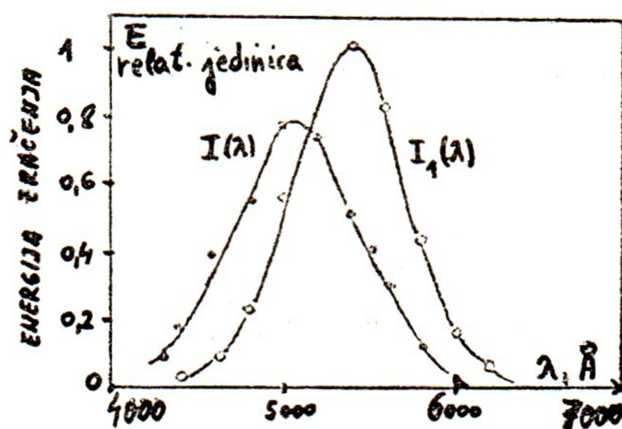
Sl. 4.

[1]) koherentan — iste frekvencije

Maksimalan ugao zračenja odgovara česticama sa ultrarelativističkim brzinama, kada je $\beta \simeq 1$.

Čerenkovljevo zračenje je uglavnom u optičkom i infracrvenom delu spektra. Na slici 4 predstavljena je kriva disperzije tipične prozračne sredine u različitim oblastima spektra. U oblastima sa $n<1$, kao što je oblast x zraka ne postoji preduslov za pojavljivanje Čerenkovljevog zračenja.

Spektralna raspodela energije zračenja, kako ju je dobio Čerenkov u svojim eksperimentima, predstavljena je na slici 5. Istu raspodelu predviđa i teorija. Kriva $I(\lambda)$ odnosi se na Čerenkovljevo zračenje, a $I_1(\lambda)$ na Hefnerovu lampu.



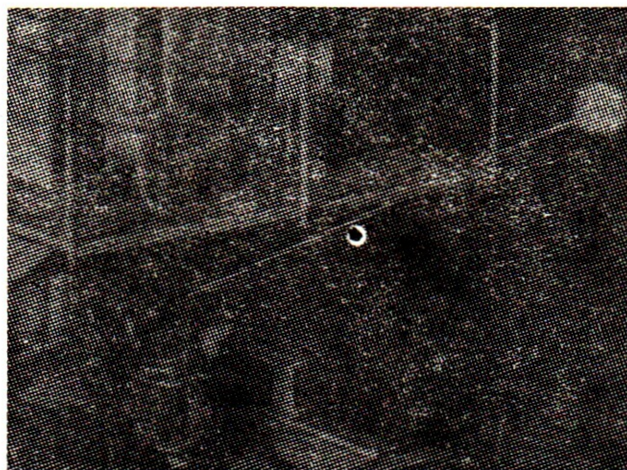
Sl. 5.

Polarizacija, Teorija predviđa da je stepen polarizacije jednak jedinici. R. L. Mather radeći sa dobro kolimiranim snopom protona energije 340 MeV dobio je stepen polarizacije jednak

$$p = (1 - k)/(1 + k) = 0{,}9995, \quad k = I_{90}/I_0.$$

To su merenja iz 1951. godine.

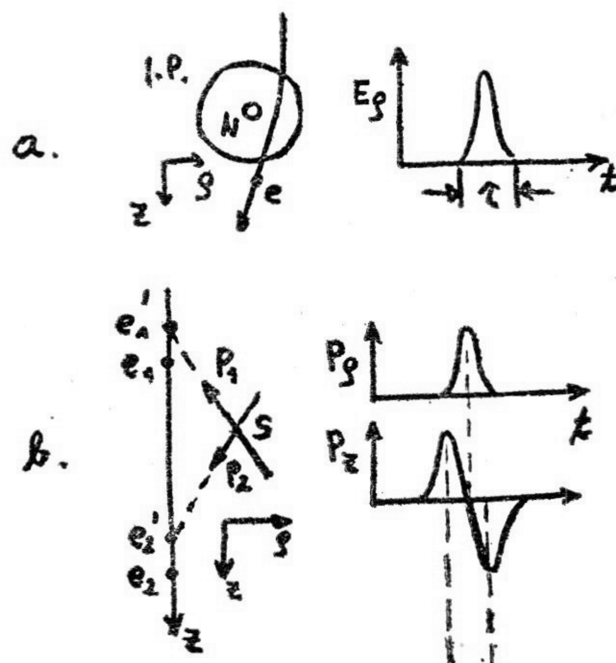
Za intenzitet zračenja konstatovano je da je vrlo mali. Elektron sa $\beta \simeq 1$ izgubi na 1 cm puta u sredini sa $n = 1{,}8$ približno 1,7 keV energije na Čerenkovljevo zračenje u oblasti 3000 Å — 6000 Å. Istovremeno, jonizacioni gubici bili su 2 MeV, što je oko 1000 puta više. Uzmu li se u obzir i druge talasne dužine, u nekim sredinama na Čerenkovljevo zračenje otpada i do 15% od ukupnih energetskih gubitaka čestice.



Sl. 6.

Na slici 6 (Preuzetoj iz knjige E. E. Taylor — J. A. Wheeler: Spacetime Physics, Freeman and co, 1966.) lepo je ilustrovana činjenica da energetske gubitke čestice možemo razdvojiti na jonizacione i polarizacione. Zahvaljujući jonizacionim gubicima energije na slici se vidi trag koji u vazduhu ostavlja snop čestica, dok na ekranu postoji svetli krug znatno širi od snopa. On potiče od polarizacionih gubitaka energije čestice — odnosno od Čerenkovljevog zračenja. Vidi se da je zračenje raspoređeno po konusu oko pravca kretanja čestica. Usled velike dužine puta prstenovi se slivaju pa se na ekranu vidi svetao krug.

Razlike između Čerenkovljevog i zakočnog zračenja. Čerenkovljevo zračenje znatno se razlikuje od ostalih vrsta zračenja, a najsličnije mu je zakočno zračenje. Ono nastaje uvek kada naelektrisana čestica trpi ubrzanje, dok se Čerenkovljevo zračeje javlja i pri ravnomernom kretanju. U prvom slučaju zračenje je posledica ubrzanja, dok je u drugom slučaju uzrok. (Kočenje je takođe ubrzanje, ali negativno.) Principijelna razlika između ova dva zračenja ilustrovana je slikom 7. Na slici 7. a predstavljen je jedan događaj zakočnog zračenja. Krug oko jezgra predstavlja sferu dejstva, a elektron je upravo prošao blizu jezgra. Zračenje uslovljeno normalnim ubrzanjem elektrona u polju E može da se predstavi impulsom širine.τ



Sl. 7.

U slučaju Čerenkovljevog zračenja situacija je sasvim drugačija (sl. 7. b). Elektron prolazi blizu neke tačke S. Zbog efekta retardacije vektori polarizacije neće u određenim trenucima biti usmereni ka tačkama e_1 i e_2, nego ka e'_1 i e'_2. Projektujmo vektor polarizacije na ρ i z osu. Rezultat razlaganja u funkciji vremena predstavljen je na sl. b. Zbog aksijalne simetrije radijalna komponenta ne utiče na zračenje. Za zračenje je odgovorna aksijalna komponenta P_z. Njena rezultanta nije jednaka nuli na većim rastojanjima.

Najveća razlika intenziteta je u vidljivom delu spektra, gde je Čerenkovljevo zračenje oko 10 000 puta veće, i to za bilo koju brzinu čestice, veću od minimalne za Čer zračenje.

Intenzitet Čerenkovljevog zračenja ne zavisi od mase čestice. Kod zakočnog zračenja intenzitet je srazmeran kvadratu odnosa masa čestice koja zrači i čestice koja koči. Za oba zračenja intenzitet je srazmeran kvatratu naelektrisanja čestica. Za zakočno zračenje ne postoji prag pojavljivanja. Oba zračenja potpuno su polarizovana i imaju slične raspodele energije u spektru. Ugao maksimalnog intenziteta zračenja kod Čer zračenja raste sa porastom energije čestice, a kod zakočnog opada.

Čerenkovljevo zračenje, kao mehanizam zračenja, od posebnog je značaja u plazmi i u anizotropnim sredinama (gde osobine zračenja zavise od pravca kretanja čestica).

Tomić Aleksandar

FIZIČKE OSOBINE PLAZME

U »Vasioni« br. 1/64 objavljen je članak fizikohemičara B. Aleksić, u kome je objašnjeno poreklo termina, njegov današnji smisao, kao i način dobijanja i primena plazme. Ovde su date osnovne osobine plazme sa fizičkog stanovišta.

Prema današnjem stanju nauke, ogroman deo materije nalazi se u stanju plazme. Spomenimo samo fotosfere i atmosfere zvezda, Zemljinu jonosferu i jonizovani međuzvezdani gas. Šta plazmu čini različitom od ostala tri »agregatna stanja« materije?

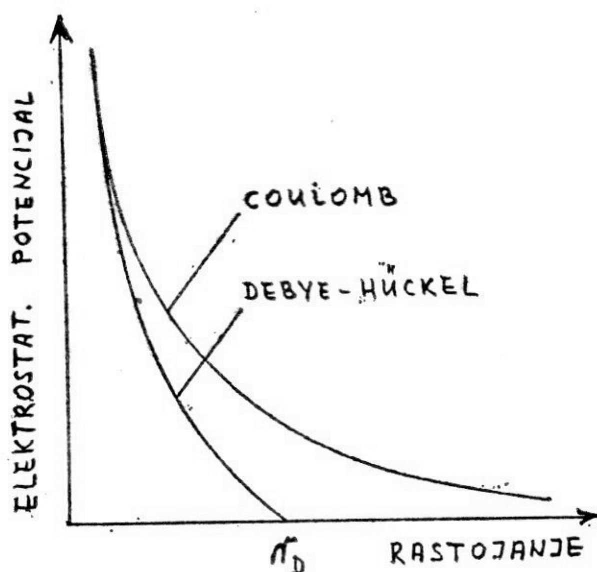
Plazma je skup naelektrisanih čestica — elektrona i jona koji se nalaze u haotičnom kretanju. Plazma je električki *kvazi neutralna,* tj. ukupan broj pozitivnih naelektrisanja jednak je ukupnom broju negativnih naelektrisanja. Svaka pojedinačna čestica kreće se u električnom polju koje potiče od kretanja svih čestica, pa posredstvom toga zajedničkog polja čestice istovremeno interaguju sa svim ostalim česticama. To se naziva *kolektivnom interakcijom.* Tek kada je fizičko ponašanje sistema naelektrisanih čestica određeno kolektivnim interakcijama (čime pojedinačne ne utiču bitno na ponašanje sistema) govori se o plazmi.

Svaku naelektrisanu česticu okružuje Kulonovo električno polje, koje opada sa kvadratom rastojanja, ali se teorijski prostire u beskonačnost. U plazmi nije sasvim tako. Električno polje svake čestice opada mnogo brže i oseća se do nekog rastojanja r_D koje se naziva Debajev radius. Njegova recipročna vrednost srazmerna je kvadratnom korenu iz zbira količnika proizvoda gustine (n_i) i kvadrata naelektrisanja ($e^2 z_i^2$) odgovarajuće vrste jona sa temperaturom (T_i). Tačna jednačina ima oblik

$$\frac{1}{r_D} = \sqrt{\sum_i \frac{e^2 z_i^2 n_i}{\varepsilon_0 \varkappa T_i}}$$

gde je ε_0 dielektrična konstanta vakuuma, a χ Bolcmanova konstanta. To je ujedno rastojanje unutar koga može doći do narušavanja elektroneutralnosti, tj. razdvajanja pozitivnih i negativnih jona. Maksimalni radijus sfere iz koje bi u plazmi mogli izaći svi elektroni zahvaljujući samo termalnom kretanju naziva se *polarizacioni radijus elektrona;* on je srazmeran kvadratnom korenu iz odnosa elektronske temperature i gustine plazme. Za 10^{13} čestica u cm^3 i temperaturu $40\,000^0$K to je približno 1 mikron.

Dakle, kao da oblak naelektrisanih čestica zaklanja — ekranira — posmatranu česticu. Zato se elektrostatički potencijal čestica u plazmi naziva *ekranirani ili Debaj-Hikelov potecnijal.* (V. sl. 1).



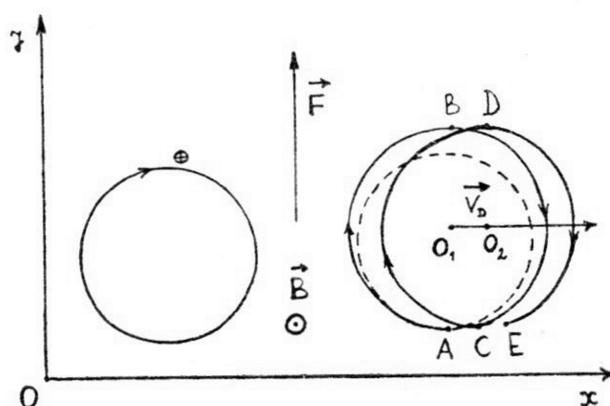
Sl. 1.

Ako dođe do lokalnog narušavanja elektroneutralnosti, u plazmi se javljaju *plazmene oscilacije.* Zamislimo da je jednu malu sferu, radijusa znatno većeg od polarizacionog radijusa elektrona, napustio određen broj elektrona. Time unutrašnjost sfere postaje elektropozitivna. U blizini sfere tada postoji veoma jako elektrostatičko polje koje na nekom rastojanju od sfere zaustavlja

elektrone i počinje ih vraćati. (Npr. za plazmu koja se sastoji od elektrona i samo jedne vrste jednom pozitivnih jona, a ima gore navedenu temperaturu i gustinu, prost račun pokazuje da se na površini sfere poluprečnika 1 cm, u slučaju da se to dogodi sa samo 0,1% elektrona, uspostavlja potencijal od 6 000 V.) Usled velike brzine koju stiču u tom polju elektroni se ne zaustavljaju na površini već prodiru ka centru sfere. Tada se u centru pojavljuje višak negativnih naelektrisanja, koji ponovo izbacuje elektrone i plazma osciluje. *Frekvencija plazmenih oscilacija* je veličina karakteristična za plazmu u datom stanju. Ona je srazmerna naelektrisanju i kvadratnom korenu gustine, a obrnuto srazmerna kv. korenu iz mase čestica koje osciluju. Očigledno, pošto je elektron znatno lakši od jona (kod vodonika oko 1800 puta) biće i elektronska plazmena frekvencija mnogo veća od jonske.

Kada se plazma nađe u magnetnom polju čestice—joni vrše i dopunsko kretanje oko linija magnetnog polja. Međutim, ako na njih deluje neka dopunska sila, npr. normalno na pravac magnetnog polja, centar oko koga čestica osciluje pomeraće se normalno i na pravac magnetnog polja i na pravac dejstva te sile. To je *drift ili kretanje vodećeg centra.* Zavisno od toga kakva sila deluje razlikujemo električni, polarizacioni, gravitacioni, centrifugalni i gradijetni drift. Brzina drifta iznosi $v_D = F/eB$, tj. jednaka je odnosu intenzitata sile koja ga uzrokuje i proizvoda naelektrisanja čestice i intenziteta magnetnog polja u plazmi. Pravac brzine normalan je na pravce sile i magnetnog polja, dok je određen njihovim vektorskim proizvodom. Pomoću slike 2 lako je objasniti pojavu drifta.

Čestica ciklotronski rotira u ravni Oxy oko magnetnog polja normalnog na ravan slike. Uključivanjem dodatne sile F koja leži u ravni Oxy čestica, koja se u tom trenutku našla u tački A, ubrzava se sve dok ne dođe u tačku B.



Sl. 2

Usled toga povećava se i radijus putanje (tzv. *Larmorov radijus).* Posle tačke B čestica počinje da se usporava, usled čega se smanjuje radijus njene putanje i umesto u A čestica dolazi u C. Posle svakog obilaska centar putanje pomerio se udesno, tj. vodeći centar se kreće — postoji drift.

Pokazuje se da je u plazmi u magnetnom polju zbir kinetičkih energija čestice duž polja i u pravcu normalnom na polje jednak zbiru kinetičke energije duž polja i proizvoda intenziteta polja sa orbitalnim magnetnim momentom čestice. Taj zbir je ujedno konstantan. To je ustvari zakon održanja totalne energije vodećeg centra čestice koja se kreće duž linija sile magnetnog polja, a u polju sile čiji potencijal je srazmeran jačini magnetnog polja. Odavde proizlazi dalekosežni zaključak da se naelektrisana čestica odbija od oblasti sa velikim intenzitetom magnetnog polja, jer kinetička energija ne može biti negativna, dok orbitalni momenat čestice pri kretanju oko magnetne linije sile može da se menja, pa i po orijentaciji. To su tzv. *magnetna ogledala.*

Pokazuje se da je i kretanje čestice duž linija magnetnog polja približno periodično .

Sve to su osobine karakteristične za plazmu i bitno nove u odnosu na osobine drugih agregatnih stanja materije. Zato se plazma i naziva četvrtim agregatnim stanjem materije.

Kako nastaju zračenja u plazmi? U plazmi su mogući razni mehanizmi zračenja. Ostavićemo po strani *atomske mehanizme* — emisiju i apsorpciju elek-

tromagnetnih talasa pri kvantnim prelazima između vezanih stanja u atomu ili između slobodnih i vezanih stanja. Za plazmenu astrofiziku su od mnogo većeg značaja zakočni i čerenkovski mehanizmi. *Zakočni mehanizmi zračenja* sastoje se u generisanju elektromagnetnih talasa pri ubrzavanju ili kočenju naelektrisanih čestica, uglavnom elektrona. U astrofizici posebno su važna dva zakočna mehanizma:

— ubrzavanje i kočenje elektrona u sudarima sa jonima i

— kretanje elektrona po kružnim i spiralnim trajektorijama u spoljašnjem magnetnom polju (ciklotronsko i sinhrotronsko zračenje relativističkih elektrona).

U ovaj mehanizam zapravo pripadaju i procesi rasejanja i apsorpcije talasa na elektronima:

— Tomsonov efekat, kod koga frekvencije upadnog i rasejanog talasa ostaju nepromenjene, a menja se samo smer prostiranja talasa,

— Komptonov efekat, u kome se menja i frekvencija i pravac prostiranja tj. dolazi do delimične apsorpcije energije talasa i

— fotoefekat, uslovno — kao slučaj totalne apsorpcije fotona.

Za plazmu je od posebnog značaja *Čerenkovski mehanizam* zračenja. Njegova osnovna prednost nad prethodnim mehanizmima je ta što traje stalno — za celo vreme kretanja čestice, a ne samo za vreme retkih i kratkotrajnih sudara i što nije važno da li se čestica ubrzava ili kreće konstantnom brzinom. Važno je jedino to da li je brzina čestice veća od neke minimalne brzine

$$V_p = v \cos \Theta$$

gde je v fazna brzina prostiranja talasa koje čestica indukuje, a Θ ugao između pravca kretanja čestice i pravca prostiranja talasa.

U plazmi uvek postoji veliki broj elektrona znatne energije, a uz to jednak učinak imaju i joni i elektroni, što nije slučaj kod zakočnih mehanizama. Pored toga, u plazmi se mogu prostirati mnogobrojne vrste talasa, od kojih se mnogi prostiru s malim faznim brzinama. U tome je najveća prednost, jer čestice gotovo stalno generišu talase. Nažalost, ovaj mehanizam ne generiše u tolikoj meri direktno transverzalne elektromagnetne talase (koji mogu napustiti plazmu) nego tek indirektno — stvaranjem talasa koji tek kasnije nelinearnim interakcijama — rasejavanjem na toplim jonima i elektronima te raspadom i stapanjem talasa — mogu indukovati transverzalne elektromagnetne talase različitih frekvencija.

Od knjiga o plazmi, čitaocima koje to interesuje, preporučio bih sledeću: »Physics and Chemistry in Space, Vol. 2; J. G. Roederer: Dynamics of geomagnetically trapped radiation, Springer Verlag, Heidelberg — New York, 1970.)

Tomić Aleksandar

AMATERSKI PRILOZI

ODREĐIVANJE HELIOCENTRIČNIH KOORDINATA PEGA

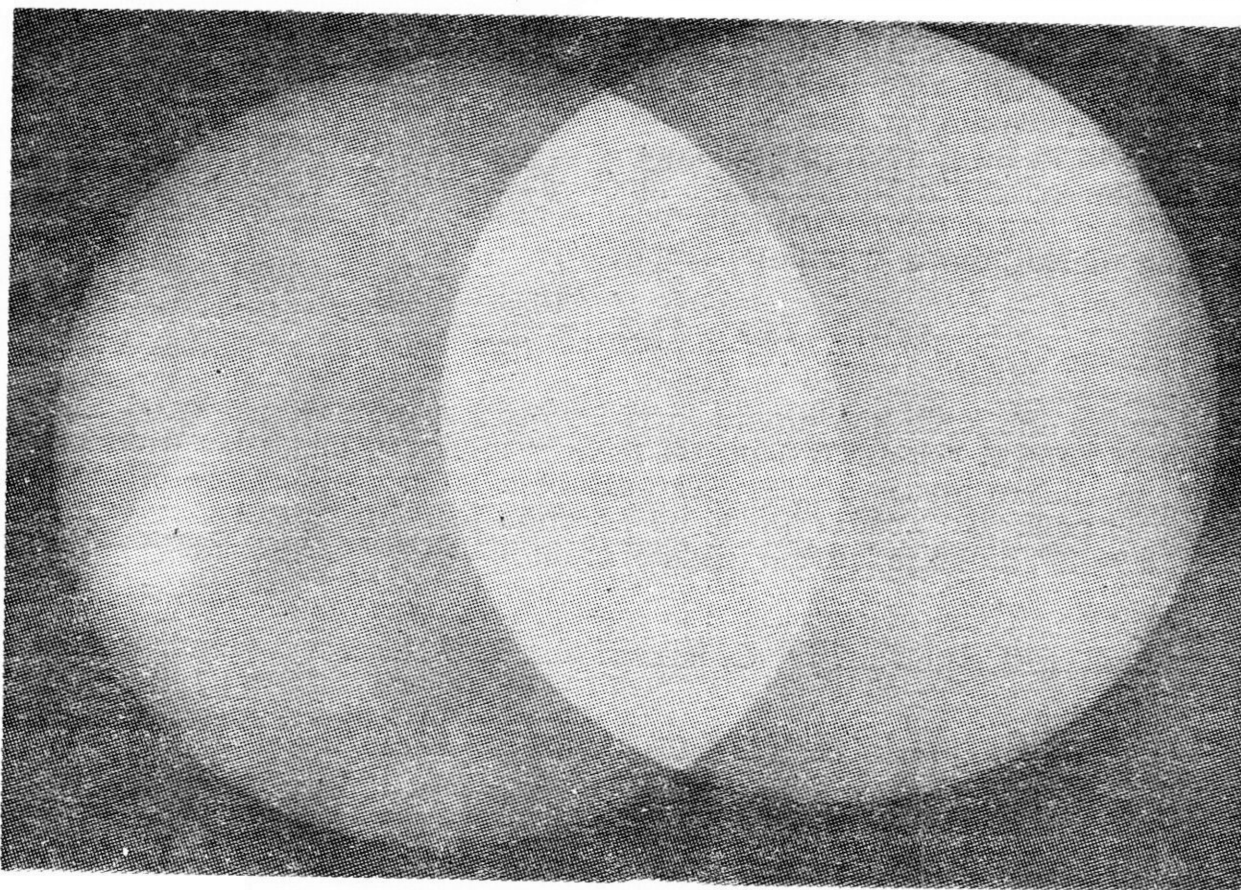
Sunce je veoma podesan objekat za amaterska posmatranja, jer zbog relativno velikog ugaonog prečnika može da se posmatra i kroz skromnije instrumente. Svakodnevnim posmatranjem amater može da pribavi znatniji posmatrački materijal. Cilj ovog članka je da pruži amaterima mogućnost za analizu posmatračkog materijala, odnosno da amaterski rad podigne na viši nivo.

Dovoljna su dvodnevna uzastopna posmatranja Sunca da bi se utvrdilo da Sunčeve pege nisu ostale na istom mestu na prividnom Sunčevom disku. Osnovni razlog tome je što Sunce rotira oko svoje ose. Osim toga, postoje i tzv. fotosferska kretanja na Suncu, koja su znatno manje izražena nego kretnje usled rotacije. Određivanjem heliocentričnih koordinata pega i njihovim praćenjem u toku vremena možemo približno odrediti period rotacije Sunca, utvr-

diti razliku između perioda rotacije na različitim heliocentričnim širinama tj. postojanje diferencijalne rotacije i pratiti sopstveno kretanje pega.[1])

Određivanje heliocentričnih koordinata pega ne predstavlja veliki problem ukoliko se vrši fotografisanje Sunca i ako je fotoaparat montiran na teleskop tako da je moguća njegova rotacija oko optičke ose teleskopa. Tada se aparat dovodi u položaj u kome je jedna od osnovica snimka paralelna dnevnom paralelu. Ako je žižna daljina teleskopa veća od 100 cm lik Sunca na filmu iznosiće više od 1cm u prečniku, tako da nije potreban objektiv fotoaparata. Samo kućište montira se na teleskop umesto okulara. Poželjno je da fotoaparat bude refleksni tj. sa ogledalom, da bi mogli što tačnije izoštriti lik. Pri tome treba zaštititi oko zatamnjenim staklom. Ako se koristi Fotokemikin Mikrofilm N, od 6 DIN, koji je veoma jeftin i podesan za amaterska snimanja Sunca, ekspozicija je između stotog i petstotog dela sekunde kada je odnos žižne daljine i prečnika objektiva 20 : 1. Film se razvija u kontrasnijem razvijaču, npr. FR-3. Ako se ne raspolaže refleksnim foto aparatom može se koristiti i obični. Samo tada se rastojanje na kom je oštrina lika zadovoljavajuća određuje izoštravanjem na paus papiru, koji se stavi umesto filma, a teleskop mora imati dobro podešen tražilac.

Ako je neizvodljiva rotacija fotoaparata oko optičke ose teleskopa problem se rešava snimanjem »duplog snimka«. Odnosno, u kratkom vremenskom intervalu, 5 do 30 sekundi, dva puta eksponiramo jedan isti snimak. Za to vreme položaj teleskopa mora ostati sasvim identičan. Tako se dobije snimak kao na Sl. 1. Sa snimka sasvim jednostavno određujemo položaj normale na dnevni



Sl. 1.

paralel, povlačenjem prave kroz presečne tačke krajeva Sunčeva diska. (Orijentaciju pravaca najlakše je utvrditi posmatranjem lika na paus papiru, imajući na umu da se Sunce, pa i njegova projekcija, kreće ka zapadu). Povlačenjem još jedne tetive možemo da odredimo središte Sunčeva diska kao presek normala na tetive povučene u sredinama tetiva. Normalu na dnevni paralel treba nacrtati u centru Sunčeva diska.

Da bi sve ovo mogli da uradimo treba najpre napraviti pozitive odgovarajućih dimenzija. Preporučujemo da Sunčev disk na pozitivu iznosi oko 10 cm. Sa ovakvih snimaka očitavanje koordinata pega vršićemo pomoću stereografske mreže, koju dajemo u prilogu na pausu .

[1]) O zakonitostima tih kretanja videti — Vasiona, 2/73, str. 51, A. Kubičela: Fotosferska kretanja na Suncu.

U sfernom heliocentričnom sistemu koordinata osnovna ravan narmalna je na osu rovacije i to je Sunčeva ekvatorijalna ravan. Od nje se ka polovima meri latituda β. Njen znak je pozitivan između ekvatora i Severnog Sunčevog pola, a negativan između ekvatora i južnog Sunčevog pola. Osnovni pravac određen je tzv. Keringtonovim meridijanom, koji je prolazio, kroz cenar Sunčevog diska u Griničko podne 1. I 1854. g. i koji prolazi kroz cenar svakih 27,2753 srednjih sunčevih dana. Od ovog meridijana meri se Sunčeva longituda λ, ka zapadu od 0^0 do 360^0. Latituda se takođe izražava u ugaonim jedinicama, od 0^0 na ekvatoru do 90^0 na polu.

Kada bi osa rotacije Sunca bila normalna na ravan ekliptike, bila bi uvek normalna i na dnevni paralel. Ona je međutim, nagnuta $7{,}25^0$ prema ekliptici, usled čega se stalno menjaju i longituda i latituda središta prividnog Sunčevog diska (L_o, B_o). Ove koordinate, zajedno sa naklonom (P) Sunčeve ose rotacije u odnosu na normalu na dnevni paralel, daju se obično kao »fizičke koordinate Sunca«. (Videti npr. Vasiona, 4/73. str. 133). Ugao P izražava se takođe u stepenima, a znak mu je pozitivan ka istočnom, negativan ka zapadnom kraju diska. Stereografska mreža data je u osam varijanti, za B_o jednako 0^0 i celom broju stepeni od 1^0 do 7^0 (u prilogu).

Npr. ako želimo odrediti koordinate pega 11. VIII 1974. najpre treba da snimimo dupli snimak, da odredimo položaj normale na dnevni paralel u središtu diska. Sve tri »fizičke koordinate Sunca« date u tabelama, odnose se za 0^h svetskog vremena. Ako smo snimali u $10^h\ 36^m$ srednjeevropskog vremena interpolacijom možemo dobiti vrednosti koje se odnose na dati trenutak. Između 8. VIII i 18. VIII ugao P izmeni se od $+13^0$ na $+17^0$, odnosno za $+0{,}4^0$ dnevno. Ugao L_o promeni se sa 52^0 na 280^0, ili opada po $13{,}2^0$ na dan,*) dok B_o poraste za $0{,}1^0$. Vidimo da treba uzeti mrežu sa B_o jednako $+6^0$, jer je to bliža vrednost. Od normale na dnevni paralel ka istoku nanosimo ugao $P = 13^0 + 3\times 0{,}4^0 = 14{,}2^0$. Sa pravom povučenom kroz središte Sunčeva diska pod ovim uglom poklopimo centralni meridijan mreže sa $B_o = +6^0$ i očitamo koordinate pege. Latituda ima očitanu vrednost, dok longitudu treba smanjiti za longitudu centralnog meridijana u trenuku posmatranja, tj. za

$$L' = 52^\circ - 3\times 13{,}2^\circ - 13{,}2^\circ \left(\frac{10{,}6^h - 1^h}{24^h}\right) = 7^\circ$$

Tačnost ovako dobijenih koordinata je $\pm 0{,}5^0$. Tačnost merenja zavisi od položaja pege. Merni položaj l' može biti pogrešan za $\pm 1^0$ ako je longituda u odnosu na centralni meridijan manja od $\pm 50^0$. Za pege bliže rubu greška može biti veća od $\pm 2^0$. Ako je pega 42^0 zapadno (levo) od L', onda je heliografska longituda pege $l = 7^0 + 42^0 = 49^0$, a ako je istočno (desno), onda je $l = 7^0 - 42^0 = 7^0 + 360^0 - 42^0 = 325^0$

Tomić Aleksandar

ПРИЛОЗИ ШКОЛСКОЈ НАСТАВИ

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О КОМЕТАМА

(Трећи део: Постанак и распадање комета)

Историјске хипотезе о постанку могу се поделити у две врсте: а) комете постају у међузвезданом простору и б) комете постају у Сунчеву систему.

Прва хипотеза је врло стара. Заступали су је Кеплер, а два века касније Хершел. Почетком прошлог столећа француски научник Лаплас покушао је да хипотезу провери израчунавањем вероватноће кретања комета по хиперболама и елипсама. Узимајући да се гравитационо дејство Сунца осећа на 100 000 а.ј., Лаплас је нашао исту вероватноћу за хиперболичну и елиптичну брзину кретања према Сунцу. Због тога је закључио да ће већина комета имати параболичне, а мањи део елиптичне пу-

*) $52^0 - 280^0 = 360^0 + 52^0 - 280^0 = 132^0$

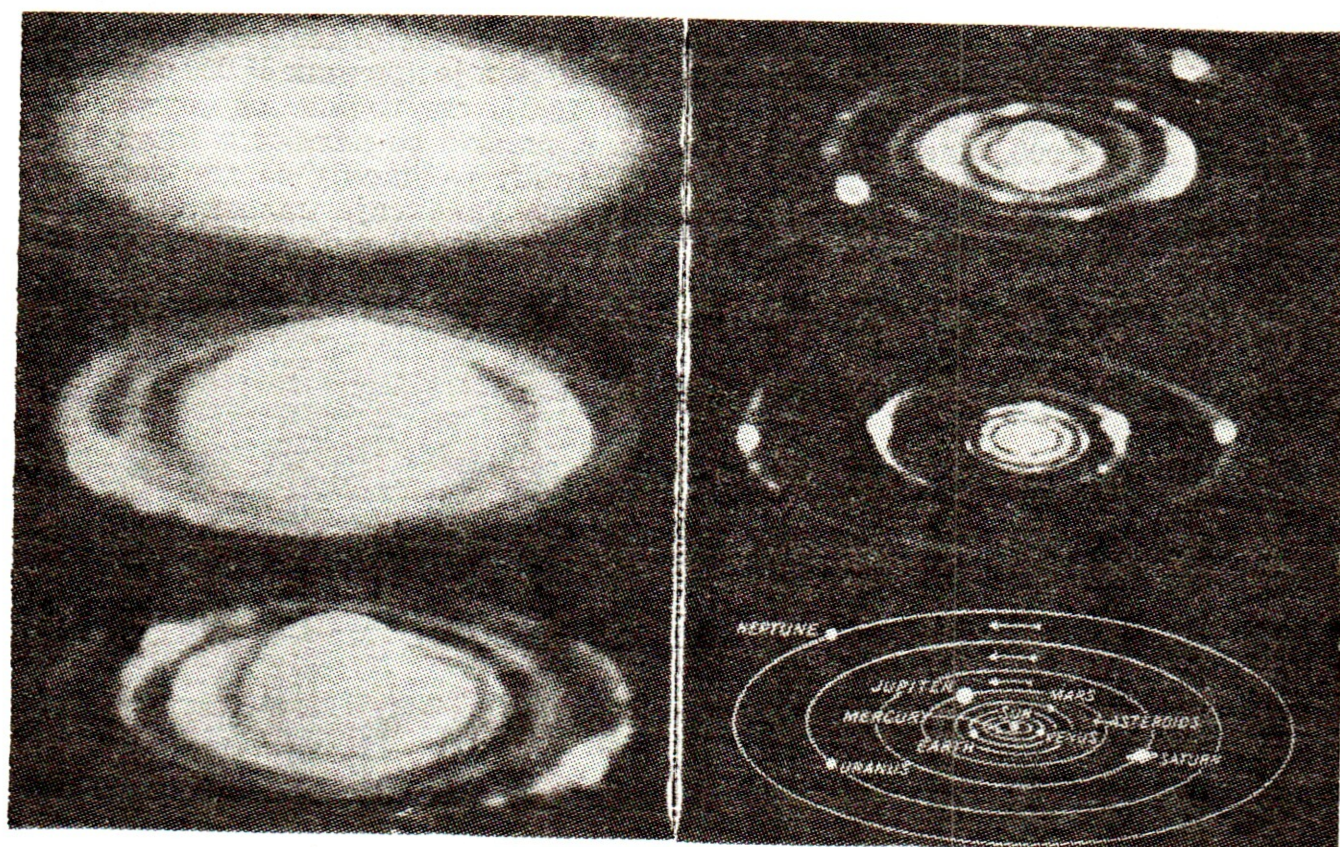
тање. Ово се слагало са путањама познатих комета и претстављало озбиљну подршку оваквој хипотези. Било је чак радова да комете преносе живот са једне звезде на другу. Приликом пролаза Земље кроз кометину атмосферу могле би живе клице из наше атмосфере прећи у кометину атмосферу и тако одпутовати до другог звезданог система где ће оживети у атмосфери планете која има услове за њен развој. Јасно је да ће пракса и будућа испитивања потврдити или одбацити оваква размишљања.

Друга хипотеза потиче од Аристотела, али је његово тврђење да су комете производ наше атмосфере одбачено, чим су измерене даљине комета. Нови вид могућег постанка комета у Сунчеву систему потиче од Лагранжа, а затим око 1870. од Проктора и нешто касније од Тисерана. Разрађиване су разне могућности: а) комете настају због судара између астероида у прстену малих планета; б) комете настају због распадања астероида кад се приближе великим масама Сунчева система испод Рошове границе; в) Комете су последица јаке вулканске делатности на члановима Сунчева система; г) комете настају из протуберанаца на Сунцу.

У радовима на симпозијуму у Лењинграду 1970. године Всехсвјатски је заступао мишљење о вулканском пореклу комета. Већина је оповргла ову могућност. Не постоје довољно велики извори енергије који би маси од сто милијарди тона дали брзину од 67 км/сек која би је могла ослободити Јупитрове привлачне силе. Највећи број је прихватио Ортов модел о постанку комета.

Ортов модел. — Овај познати холандски астроном објавио је своје прве радове о могућем постанку комета 1950. и 1951. године. Према њему се на граници Сунчева система, у границима између 20 000 и 100 000 а. ј., налази облак који би могао бити резервоар из кога потичу комете. Материја облака има двојако порекло.

Делом је остатак праматерије из кога се формирао Сунчев систем, а делом је попуњен материјом коју избацује Сунчев систем, нарочито у току првих 250 милиона година свог формирања. Иако се Кант-Лапласова хипотеза о постанку Сунчева система одбацује, овде је она искоришћена на нешто друкчији начин (Сл. 1.) Када се у масама Јупитра и Сатурна кондензује довољна количина материје из првобитног облака, настају две мо-



а) б)

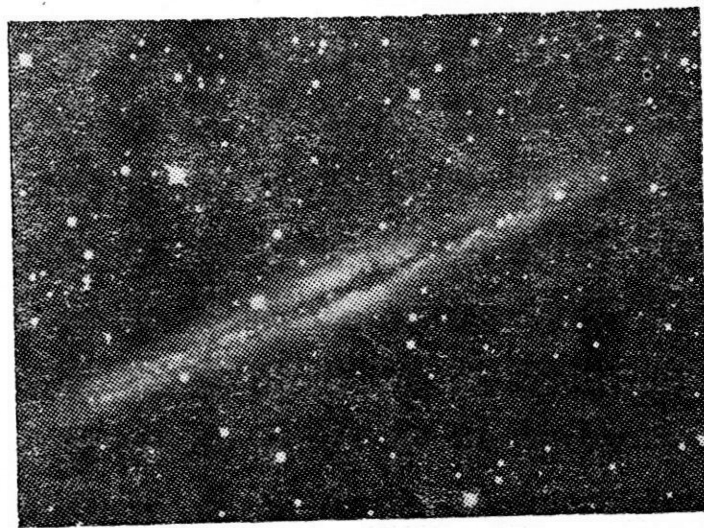
Сл. 1. — Могући развој Лапласове маглине (а) и Лапласова хипотеза о постанку Сунчева система (б).

гућности. У првој ове планете и даље повећавају своју масу на рачун материје у облаку. Међутим, маса им је довољно велика да могу повећати брзину мањих облака, кометоида, ако им се на путањи око Сунца довољно приближе. Тако почиње прво избацивање материје из Сунчева система. Кометоидни облак се удаљава од Сунца до 50 000 а.ј. Он ће продужити пут у међузвездани простор, ако му је на том одстојању брзина већа или једнака 190 м/сек. Зато се ова брзина зове брзина одбацивања облака. Половина придошле масе изгуби се у међузвезданом простору, где може доћи под утицај других суседних звезда. Другу половину задржава Сунце. Она, заједно са остацима прамаглине, почиње кружење око Сунца. Унутрашња, односно спољашња граница овог прстена износи 30 000 односно 100 000 астрономских јединица.

Орт процењује да је укупан број могућих комета из овог првобитног облака приближно сто милијарди. То значи да му маса износи од једног стотог до једног десетог дела Земљине масе. Облак би се досад испразнио да не постоји његово пуњење изазвано дејством звезда и Сунца. Испитујући реципрочне вредности великих полуоса (1/a) код нарочито одабраних „нових" комета, за које се може сигурно тврдити да нису доживеле поремећаје елемената своје путање, Орт је показао (1963) да постоји изразито нагомилавање путања са великим полуосама између 10 000 и 50 000 а.ј. Притом периода комете са a = 50 000 а.ј. износи око 400 000 година.

В. А. Антонов и И. Н. Латишев су показали да галактичко и Сунчево гравитационо поље сила на даљинама већим од 2 000 а.ј. постају упоредљива и да се тамо мењају схватања класичне небеске механике о кретању честице. Процењујући поље стабилности гравитационог дејства на честицу у околини Сунца нашли су његов пресек кроз xOz раван нормално на екваторску раван наше Галаксије, као и максимална одстојања стабилне честице од Сунца или средишта O координантног система Oxyz. Њихова истраживања дају подршку Ортову моделу.

Литлтонова хипотеза о поступку комета. — Литлтон тражи порекло комета у међузвезданом простору. Он проширује Лапласову идеју на тај начин што сматра да је решио проблем нагомилавања материје из тамних облака кроз које се Сунце креће при ротирању око средишта наше Галаксије. Ако бисте нашу Галаксију посматрали споља из близине њеног пола, онда бисте је видели слично као што видимо познату спиралну галаксију у сазвежђу Ловачких Паса (NGC 5194) (корице, с. 1). Главни део материје наше Галаксије налази се у језгру и двема спиралама чији је пречник 85 000 светлосних година. Сунце је у првој спирали на 26 000 св. године од језгра. На одстојању од 150 000, односно на 200 000 св. г. налази се велики и мали Магеланов облак. Зато смо и изабрали нама сличну галаксију са две спирале у Ловачким Псима. У екваторској равни наше Галаксије налазе се тамни облаци, слично као у галаксији NGC 891 на слици (3), коју видимо из ек-



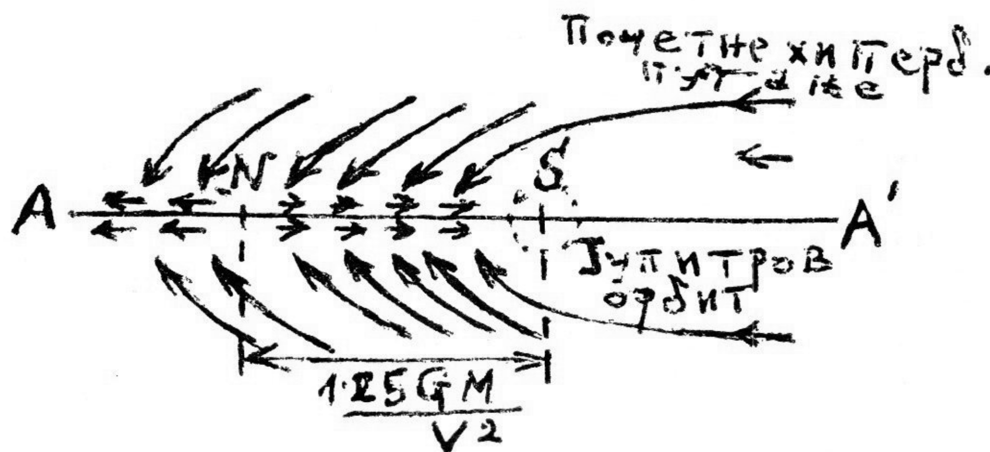
Сл. 3. — Спирална маглина NGC 891 у Андромеди. $\alpha = 2^h\,16^m$, $\delta = +41.9^0$ (1900). Маунт Вилсон опс. Рефлектор 152 цм. Излагање $7^h\,15^m$. Одстојање 16 000 000 св. г. Пречник 56 000 светлосних година.

ваторске равни. Засад знамо да се Сунце налази у близини екваторске равни наше Галаксије и да око тежишта Галаксије кружи брзином од око

285 км/сек. Путању опише једном за око 200 милиона година. Поред тога има сопствено кретање од 19.5 км/сек у правцу апекса ($\alpha = 270^0$, $\delta = + 30^0$) који се налази у сазвежђу Херкула.

Ово друго кретање код Литлтона се изричито не помиње, мада би у општем случају могло учествоваити у процесу. Велечина тамних облака је различита. На пример, пројекција на небески свод тамног облака у Офиуху износи 20 парсека (20 × 3.26 св. г.) у дужину и један парсек у ширину. Постоје тамни облаци још већих димензија. Цени се да густина материје у овим облицима износи 10^{-25} г/цм^3, што значи да је густина милијарду пута мања од густине у кометама. Пречници чврстих честица материје у облаку износе према Литлтону од 0.1 до 10 микрона.

Брзина и правац кретања Сунца кроз облак су различити од брзине и правца кретања честица. Кад честица уђе у гравитационо поље Сунца, она ће имати своју релативну почетну брзину кретања према Сунцу. Зато њихове путање морају бити хиперболе, са разним одстојањима перихела. Оне се савијају око правца релативне Сунчеве путање кроз облак (АА'). Овај правац се узима као оса нагомилавања, јер крећући се према Сунцу све захваћене честице струје са свих страна у правцу ове осе са почетним брзинама већим од нуле. Повећана густина честица повећава број њихових судара, а тиме и количину масе материје дуж ове осе. Процес је сликовито приказан на слици 4.



Сл. 4. — Дијаграм илуструје механизам нагомилавања међузвездане прашине помоћу Сунца. Слика претставља пресек кроз осу нагомилавања АА'. Честице прашине крећу се око Сунца по хиперболичним путањама и конвергирају према оси нагомилавања где се ствара струја материјалних честица. Са одстојања SN од 1.25 GM/V² струја се креће према Сунцу, а са већег одстојања струја одлази од Сунца, S.

Дијаграм није у размери. Одстојање SN стварно је сто пута већег полупречника од полупречника Јупитрове путање (чија се раван не мора поклапати ни са једном равни честице која изазива нагомилавање око осе). Исто тако ширина струје усмерена к Сунцу износи само део Сунчевог полупречника, што је на дијаграму претерано већег износа.

На слици је G гравитациона константа, M маса Сунца и V његова релативна брзина у односу на облак. Да бисмо дошли до обртања материје која се формира дуж осе нагомилавања, потребно је да дође до поремећаја у кретању било због присуства суседних звезда, било због промене тежишта у Сунчеву систему. Истим процесом који се дешава код Ортовог облака настаје момент издвајања комете из нагомилане материје, која почиње да око Сунца описује врло издужену елипсу. Дејство великих планета може ову елипсу променити у елипсу са мањом периодом или у параболу и хиперболу.

Веза између комета и метеорских потока. — У почетку деветнаестог века чешки астроном Хладни је утврдио да су метеори космичког порекла. Они постају видљиви због усијавања при улазу у нашу атмосферу. Овакво мишљење остаје не прихваћено у стручним круговима чак и после

изузетно јаке кише Леонида 1833. године. Промена става у погледу метеора наступиће 1866. године после новог пљуска Леонида кога је 1865. предвидео Х. А. Њутн. Убрзо затим појављују се радови који показују сличност између путања потока метеора из појединих радијаната са путањама комета из којих су настали. Тако је убрзо нађена веза за следеће метеоре:

Месец максим. броја метеора	Назив метеорс. потока	Порекло од комете	Аутор рачуна
12 — 13, XI	Леониди	1866 I	Леверие, Петерс, Скиапарели
VIII	Перзеиди	1862 III	Скиапарели
IV	Лириди	1861 I	Вајс
XI	Андромедриди	Биела	Вајс

У току наредних деценија нађена је веза за све данас познате метеорске потоке из појединих радијаната. Детаљно су испитавани остаци метеора који падну на Земљу добијајући назив метеорита. Тако је дошло до познате представе о саставу комета и њиховом распадању.

Сматрало се да је језгро комета састављено од громада камења и жељеза са честицама прашине и гаса које испуњавају често огроман простор величине Сунца. Под дејством притиска Сунчеве светлости долази до потискивања и јонизације честица гаса, као и потискивања честица прашине чији је пречник између 0.0005 и 0.01 мм. Узимајући у обзир и све остале механичке силе Бредихин је пре 70 година дао механичку теорију објашњења запажених појава код комета.

Нови датум у посматрању метеора. — Нова схватања о метеорима дала су прецизна одређивања њихових брзина. У првом делу је речено да брзина и положај одређују путању. Прецизан положај Земље одређује и прецизан положај метеора у Сунчеву систему. Зато се главна пажња обраћа на прецизно одређивање брзине. На пример, грешка од 41% одређене вредности брзине претвара кружну путању у параболичну и обратно, а грешка од свега 1.3% брзине Леонида променила би велику полуосу путање овог потока од $a = 11$ а.ј. на $a = \infty$, што значи да би се издужена елиптична путања претворила у параболичну. Из ових примера се види колико се пажње морало употребити код визуалних мерења брзине метеора да би се добила задовољавајућа поређења метеорских потока и комета. А све до 1936. године одређивала се брзина метеора визуално. На Харвардској опсерваторији те године почиње рад Super-Schmidt камера са обртним прекидачем. Слика 5 показује снимак начињен овом камером. (кор. с. 3).

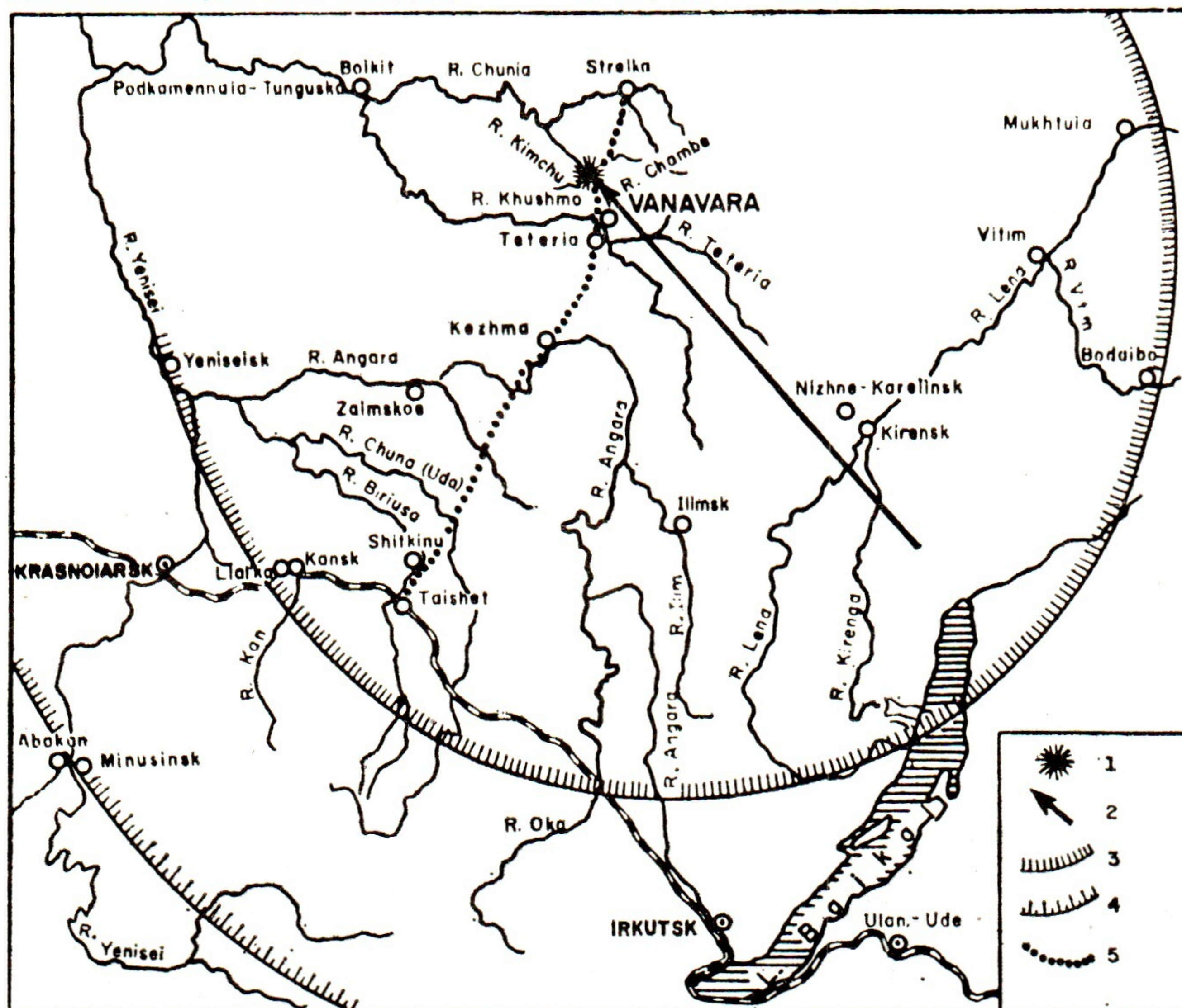
За време сваког прекида аутоматски се региструје време. Прецизност познавања времена сваког прекида износи $\pm 0.033^s$, што за целу плочу износи $\pm 0.033^s$. Две камере на растојањима од 50 км дају могућност прецизног одређивања брзине кретања метеора пре улаза у атмосферу. Оваква прецизност омогућила је прецизна израчунавања путања метеорских потока.

Овакви подаци су указали да постоје две врсте метеора. Једни потичу од комета и имају типично кометске путање. Други потичу од астероида и имају путање са мањим ексцентрицитетом. Овом другом типу припадају сјајнији метеори (болиди) који имају астероидно порекло. Од болида и настају метеорити за које је показано да потичу од некадашње планете.

Тако се дошло до идеје да су кометски метеори сасвим друкчијег састава од метеорита. Свјехсвјатски 1948. године узима да су то комади и честице леда и слободних гасова. Випл који ради са Харвардском Super-Schmidt камером прихвата идеју и 1950. године објављује модел састава комете. Према њему то је скупина ледених громада лако топљивих једињења (међу њима и вода) и гасова. Пречници громада у језгру достижу по неколико метара док су им међусобна растојања као у ранијем моделу. Око ледених громада се налазе честице прашине и гаса који су под утицајем Сунчевих зрачења. Кад је комета далеко од Сунца, температура у језгру износи —263° до —163°C. Приближавање Сунцу доводи до стварања

гушће атмосфере, те се температура пење у језгру до —120° односно +200°C. При таквим температурама громаде губе, било сублимацијом, било топљењем, површински слој дебљине 1 мм у току једног пролаза кроз перихел, или у току једне револуције. Процес губљења описан је раније.

Ново објашњење Тунгуског метеорита. — У стручним круговима се годинама дискутује о Тунгуском метеориту од 30. јуна 1908. године у 0^h-17^m-11^s-TU. И поред пажљивих испитивања метеорит није нађен. Прва експедиција на место пада извршена је 19 година касније (Кулик, 1927.). Под његовим руководством обављене су и две наредне експедиције од 1928 и 1929—1930. године. Ваздушно снимање области у размери 1 : 4700 извршено је 1938. и 1939. године. Академија наука СССР послала је 1958. године експедицију од 80 људи са 20 специјалиста који су четири месеца обављали пажљива истраживања у вези са овим метеоритом. На слици 6 налази се карта места пада (Ф = + 60°55', L = —101°57').



Сл. 6. — Подаци о Тунгуском метеориту. Ознаке претстављају: 1 — место пада, 2 — пројекцију лета, 3 — границу области са које је појава виђена, 4 — границу докле се појава чула, 5 — пут којим се кретала експедиција.

Напомињемо да растојање у правој линији од места пада до Иркутска износи 894 км. Процењено је да је брзина улаза у Земљину атмосферу износила 50 до 60 км/сек. На слици 7 приказано је оборено дрвеће на даљини од 8 км од места пада (кор. с. 4). Експедиција је прикупила примерке метеоритске прашине и предала их Музеју за метеорите АН СССР.

Ј. Л. Кринов (1963) овако завршава свој чланак о овом познатом метеориту: „Према налазима Випла (1930) и Астаповића (1933) Тунгуски метеорит је био мала комета. Доказ за овакав закључак је кретање метеорита у супротном правцу од Земље, због чега је дошло до велике ударне брзине при улазу у атмосферу. Али, ако је Тунгуски метеорит био комета, тада се вероватно састојао од блока или блокова смрзнутих гасова, у врло растреситом стању, помешан са честицама никл-железа и силиката, у сагласности са модерним схватањем природе кометског језгра. Зато је и мо-

гуће да је близу Земљине површине претрпео јако разарање, претварајући се у мање-више компактан облак распрашеног материјала. За време овог процеса експлодирао је тачно изнад јужне мочваре. Радијални пад дрвећа проузроковао је талас експлозије у ваздуху, после чега су следили балистички таласи. Тако се раније описани елиптички облик области оборених стабала, осуство метеоритског кратера и непостојање разарања у области јужне мочваре могу објаснити експлозијом изнад Земљине површине. Посебан састав комете-метеорита (смрзнут прљав гас, ситне честице силиката итд., што је различито од обичног метеоритског састава) вероватно објашњава осуство метеоритске материје у облику издвојених комада на месту пада метеорита".

Тако нам Тунгуски метеорит можда пружа пример директног судара са кометом. Судар није имао никаквих последица за Земљу као планету, али да је пао у насељену област могао је изазвати далеко веће жртве. Овај пример као и метеори кометског порекла показују да материја распалих комета повећава масе великих планета. У Сунчевом систему зодијачки облак се стално попуњава материјом од распалих комета. Дејством плимског поремећаја материја из зодијачког облака постепено или пада на Сунце или мањим делом струји у међупланетарни простор.

Постоји низ радова који се бави проблемом цепања кометских језгара и избацивања материје из комета. Понекад су брзине избацивања свега по 20 м/сек, али има случајева где износе и по 1 км/сек. Јасно је да су то почтене брзине са којима почињу процеси који су описани у делу о физичким условима у кометама.

Закључак. — Видели смо да су физички процеси код једне исте комете различити за разне положаје на путањи. Тим пре су различити за комете различитог састава. Према томе, прогноза о понашању неке комете у близини перихела има смисла уколико се ради о добро изученој периодичној комети. Па и тада су могућа изненађења. У будућности ћемо их избећи убацивањем сонди у нове комете и бољим упознавањем и предвиђањем процеса на Сунцу. Још дуго ће се сигурне информације о кометама моћи добити само преко стручних извора.

П. М. Ђурковић

LITERATURA:

1. — B. M. Middlehurst and G. P. Kuiper: The Moon, meteorites and comets (Vol. IV of the Sol. System), 1963.
2. — UAI Symposium No 45 (1970): The motion, evolution of orbits and origin of comets, 1972.
3. — R. A. Lyttleton: The comets and their origin, 1953.



Бљесак у NGC 5548. — Вршећи посматрања на кримској станици државно астрономског института „П. К. Штернберг", В. М. Љутиј је регистровао снажан бљесак у језгру галаксије NGC 5548 Сајфертовог типа. Бљесак је достигао 1,4 звездане величине у ултраљубичастој области и 0,4 звездане величине у видљивој области спектра.

„Астрономическиј циркуљар" Но 777, 22 јун 1973; с. 1

Рељеф Марса потсећа на Земљин. — На основу снимака површина Марса, П. И. Кропоткин (Геолошки институт АН СССР) је изнео претпоставку о сличности грађе Марса и Земље. На снимцима се јављају узвишења, низије а такође и тектонске структуре повезане са сажимањем и растезањем. П. И. Кропоткин је направио шему Марсовог рељефа по подацима добијеним путем радара, путем радиосондирања, као и по досада познатим подацима. Претпо-

стављa се да светли, узвишени делови имају дебљу кору и гранитни или близак њему састав. Низије — „мора" — састављене су од базалтног материјала и имају тањи слој коре. Неки посматрани случајеви који одступају од горње шеме, наиме налажење светлог материјала у локалним нижим деловима, повезани су вероватно са преносом прашине са оближњих светлих узвишења.

Природа 1974, Но 1, с. 120

Последице хромосферске ерупције из 1972. године. — Хромосферска ерупција која се десила почетком августа 1972. године била је највећа од свих које су се десиле од када човек посматра овај феномен. Она је имала многобројне и разноврсне последице. Изузетност ове ерупције је у томе што се одиграла на позадини мирног Сунца чија се активност у то доба налазила око минимума једанаестогодишњег циклуса. Интензитет зрачења у рендгенском опсегу, достигао је у тренутку максимума хромосферске ерупције ниво какав раније није примећен.

После хромосферске ерупције на Земљи је настала магнетска бура после чега су настале промене у структури јоносфере које су изазвале поремећаје у простирању радиоталаса. Сем тога поларна светлост изазвана овом хромосферском ерупцијом посматрана је и на релативно ниским ширинама, на пример на паралели која пролази кроз Њујорк. Посматрања протона у космичким зрацима у многим тачкама на површини Земље показали су да је хромофсферска ерупција довела до „пробоја" кроз Земљину атмосферу високоенергетских космичких зрака сунчевог порекла.

Природа, 1974/3, с. 106.

Колико има прашине у централним деловима галаксија? — У спиралним гранама галаксија, у њиховим централним областима и, могуће, чак и у језгрима постоје облаци прашине. Гасно-прашинске формације, изгледа играју важну улогу у еволуцији како спиралних грана, тако и централних области галаксија.

Сарадник Кримске астрофизичке обсерваторије И. И. Проник је проценио садржај прашине у централним областима галаксија. Он је размотрио 81 нормалну галаксију. Међу њима највећи црвени помак је регистрован код галаксије NGC 4088. Густина прашине у њој је према проценама И. И. Проника иста као и у околини Сунца, тј. $0,5 \cdot 10^{-26}$ гр./см^3. Највероватније је да је у централним деловима галаксија више ситне прашине која се налази у разређеним облацицима. Ако сматрамо да зрна ледене прашине размера 10^{-5} см, заузимају у галаксији диск радијуса 1250 парсека и дебљине 200 парсека, онда маса прашине у централној области галаксије NGC 4088 износи $6 \cdot 10^{11}$ сунчаних маса. Ако узмемо у обзир да се у централним областима срећу и густи облаци, маса прашине износи око 10^{15} сунчевих маса. У свим осталим галаксијама, које је разматрао И. И. Проник прашине је било исто толико или мање.

Према једној од хипотеза, инфрацрвено зрачење језгра галаксије условљено је облацима прашине, којих има у самим језгрима. Ако прихватимо ову хипотезу морамо прихватити да се прашина избацује светлосним притиском из језгра галаксије у централне и периферне области. За 10^{10} година из језгра наше Галаксије треба да буде избачено 10^3 сунчевих маса прашине. То не противречи проценама садржаја прашине у нормалним галаксијама које је добио И. И. Проник.

Земља и васељенаја, 1974, Но 2, с. 28.

Испитивање међузвезданих облака. — М. Н. Пашченко (Државни астрономски институт „П. К. Штернберг", Москва) је испитивао зрачење космичког хидроксила ОН у области извора космичког радиозрачења у Лабуду. Посматрања су вршена од марта до маја 1972. године на учестаности 1667 MHz. Проучавани извор се састоји од више од 20 појединих дискретних извора веома малих угаоних размера и топлотних спектара, сем једног који има нетермално порекло. Измерена је јака апсорбција молекула хидроксила ОН у извору DR

21. На растојању од 3 килопарсека од Сунца, откривен је хладан, јако густ облак са концентрацијом неутралног гаса од 10 честјца/см$^{-3}$ који садржи компактну област јонизованог водоника и извор ласерског радиозрачења молекула OH и H_2O. На растојању од Сунца од 4—5 кпс, откривен је још један хидроксилни облак са средњом концентрацијом међузвезданог гаса од 1 честице см$^{-3}$.

Природа 1974, Но 2, с. 109

Експлорер-50. — 26. октобра 1973. године у 2 часа и 26 минута по гриничком времену лансиран је из базе Кејп Канаверал сателит Експлорер-50. Ракета носач Торад — Делта извела је сателит на орбиту са параметрима: висина у перигеју 141.224 км (23 земљиних радијуса), висина у апогеју 288.940 (46 земљиних радијуса), и нагиб 28,7^0. Лансирање је тако изведено да Експлорер-50 изиђе на орбиту са фазним углом 180^0 у односу на сателил Експлорер-47 који је лансиран 23. септембра 1972. г. Оба сателита су предвиђена за истраживање физичких услова у космичком простору између Земље и Месеца и испитивање земљине магнетосфере.

Експлорер-50 је снабдевен апаратуром за извођење 12 експеримената: на њему се налазе апарати за регистровање наелектрисаних честица из сунчевог ветра и магнетосфере у разним опсезима енергије, троосни магнетометар за проучавање међупланетарног магнетног поља и геомагнетизма, апарат за изучавање карактеристика сунчевих космичких зрака и механизма њиховог продирања у магнетосферу. У научни програм Експлорера-50 улази такође изучавање честица и рентгенског зрачења сунчевог порекла, изучавање изотопа водоника и хелијума у међупланетарној средини и утицај сунчеве активности на њих, мерење компонената електричног поља као и регистрација електростатичких таласа и радиошумова.

Природа 1974, Но 4, с. 108

Два милиона пута увеличани снимци. — Радиометри, који се налазе на сателиту NOAA-2 (САД), лансираном 15. октобра 1972. године, имају веома високу раздвојну моћ и обезбеђују добијање слика у областима видљивих и инфрацрвених таласа. Повећање снимака могуће је извести до размера 1 : 2,000.000 и већих. На Бохумској опсерваторији (Западна Немачка) израђени су снимци добијени са сателита који је у ноћним условима снимио површину Земље са висине 370 км. На овим снимцима виде се детаљи којих нема на картама те области. Лик који стварају таласи из видљивог опсега омогућује геоморфолошку и геолошку картографију земљине површине. Симултана обрада видљивог и инфрацрвеног лика омогућује изучавање тла, природних богатстава и хидролошка испитивања.

Природа 1974, Но 3, с. 105

„Месечев" кратер на Земљи. —

Заједничка Индијско-Америчка геолошка екскпедиција која је 197?. године боравила у области кратера Лонар у држави Мадха — Прадеш (Индија) донела је узорке тла, који потврђују претпоставку да је тај кратер, чији је пречник 2 км, настао услед пада крупног небеског тела. У центру кратера налази се језгро са чијег су дна чланови експедиције извадили узорке тла.

Тло са језерског дна садржи делове који носе трагове дробљења повезаног са снажним ударом, а такође и делове формиране од одломака насталих при удару умерене јачине. Делићи сакупљени на прстенастом узвишењу које окружује кратер, носе трагове изненадног дејства високих температура.

Специјалисти извлаче закључак, да кратер Лонар има као и слична формација у Аризони ударно порекло и да је настао приликом пада крупног метеорског тела на Земљу.

Природа 1974, Но 4, с. 108

Откривен је највећи црвени помак. — Испитивање квазара ОН 471 показало је да овај објекат има највећи црвени помак који је до сада измерен. Однос промене таласне дужине, према таласној дужини извора који би био у миру у односу на посматрача $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)$ износи 3,40. То значи да се објекат удаљава од нас брзином која износи 90% брзине светлости и да је од Земље удаљен 12 милијарди светлосних година.

Квазар ОН 471 је откривен 1971. године на радиоопсерваторији универзитета државе Охајо (САД) Радио извор је поистовећен са слабим звездоликим објектом 18-те зв. величине.

Sky and Telescope v. 45, 1973, No 5, s. 353

Деутеријум у Космосу. — А Пензиас, Р. Вилсон и други научници из истраживачког центра „Белова Телефонска Лабораторија" из С.А.Д. регистровали су у Ориноновој маглини тешки водоник (деутеријум). Научници изјављују да је неочекиваност открића у великој количини нађеног деутеријума. Заиста, на Земљи један атом деутеријума долази на 6 хиљада водоникових атома, а у маглини Ориона тај однос износи 1 : 500.

Водоник је основни елеменат васионе а деутеријум је изотоп водоника и као такав има велики значај за разумевање еволуционих процеса у њој. Сматрало се да се у међузвезданом простору, од времена када је васиона настала (big bang) сачували само слаби трагови овог изотопа (водоник непрекидно сагорева у термонуклеарним реакцијама на звездама). Откривање толиких количина деутеријума у међузвезданом простору не уклапа се у оквире данашњих представа о васиони и поставља космолозима озбиљан проблем.

Природа 1974, Но 4, с. 109.

XXIV конгрес Међународне астронаутичке федерације. — Од 7. до 13. октобра 1973. године у Бакуу је одржан XXIV конгрес Међународне астронаутичке федерације. Више од 1500 учесника из 30 земаља саслушало је и продискутовало око 350 реферата и саопштења о различитим проблемима космонаутике. У раду конгреса, чији је назив био „Космичка истраживања: утицај на науку и технику" узели су учешћа и совјетски и амерички космонаути: Г. Т. Береговој, В. А. Шаталов, В. И. Севастијанов, Б. Б. Јегоров и Т. Стафорд.

Упоредо са традиционалним правцима космичких истраживања — астронаутиком, биоастронаутиком, питањима конструкције космичких апарата и процесима у реактивним моторима, на XXIV конгресу је велика пажња поклоњена новим правцима космонаутике. Разматран је проблем изградње транспортних космичких бродова типа „Земља—орбита" и „орбита—орбита", који би знатно снизили трошкове доношења у орбиту разних корисних терета, као и трошкове одржавања орбиталних станица.

Велики интерес су изазвали реферати посвећени орбиталним станицима, технолошким процесима у космосу, космичким методама проучавања околне средине и природних богатстава. Први експерименти о технолошким процесима у космосу, изведени на совјетским и америчким орбитним објектима, показали су перспективност индустријске производње у новој средини. У блиској будућности биће омогућено да се у условима бестежинског стања, на орбиталним лабораторијама, добијају јединствене легуре, медицински препарати и материјали са новим својствима.

Разматрани су и проблеми контроле стања биосфере, као и проблеми стварања међународне орбиталне лабораторије и међународне лабораторије на Марсу.

Природа 1974, Но 1, с. 121

Димитријевић С. Милан

PRIBLIŽAN PREGLED ČASOPISA ZA POPULARIZACIJU ASTRONOMIJE KOD NAS

Našim čitaocima dali smo obaveštenja o štampanim izdanjima iz astronomije u Vasioni 3—4/1970 i 1/1971. Povremeno damo prikaz naših ili stranih knjiga koje su од naročitog interesa. Ovde dajemo trenutni pregled poznatijih stalnih časopisa, koji svaki put donose potrebna i zanimljiva obaveštenja iz astronomije.

Napominjemo da su 1949. godine osnovana stručna Društva Matematičara, Fizičara i Astronoma, koja postoje po svima našim republikama i autonomnim pokrajinama. Ona su dužna da rade na razvijanju i unapređenju ovih nauka kod nas. Poseban im je zadatak da rade na njihovoj popularizaciji i okupljanju mladih matematičara, fizičara i astronoma. Postoji Savez Društava MFA čije je sedište po statutu promenljivo. Sada je ono u Zagrebu.

Zavisno od postojećih kadrova i finansijske mogućnosti u svakoj republici i pokrajini postoje časopisi za popularizaciju matematike i fizike. Mi ćemo ovde dati pregled časopisa stalnog karaktera koji rade na popularizaciji astronomije u Socijalističkim republikama Sloveniji, Hrvatskoj i Srbiji.

I. — U SR Sloveniji svake godine se izdaje:

1. — *Naše nebo* (Astronomske efemeride). Urednik Pavla Ranzingerjeva. Efemeride se rade na Astronomsko-geofizikalnom observatoriju u Ljubljani. Štampaju se u časopisu Proteus, poznatom glasilu Prirodoslovnog društva Slovenije. Povremeno se u Proteusu nalaze članci iz astronomije. Izdanje za efemeride iz 1974. godine predstavlja 36. godinu ovog časopisa.

2. — Društvo MFA SR Slovenije pokrenulo je septembra 1973. godine *Presek* — list za mlade matematike, fizike in astronome. Svaki broj sadrži i prilog iz astronomije (M. Prosen). U toku školske godine izlazi četiri broja. Adresa: DMFA SRS — Presek, Jadranska c 19 pp 227, Ljubljana.

II. — U SR Hravatskoj popularizaciji astronomije veoma mnogo je doprinelo Hrvatsko prirodoslovno društvo, Ilica 16/III pp 165, Zagreb, preko svoje *Zvjezdarnice,* a povremeno i preko časopisa:

1. — *Priroda,* koji izlazi od 1913. godine.

2. — *Čovjek i svemir,* časopis Zvjezdarnice u Zagrebu, Opatička 22, pp 38. Časopis uređuje redakcioni odbor. Glavni urednik Dr. Gabrijel Divjanović. Stručni recenzenti: Dr. Vladis Vujnović i ing. Zlatko Britvić. Ovo je XVII godina izlaženja časopsa.

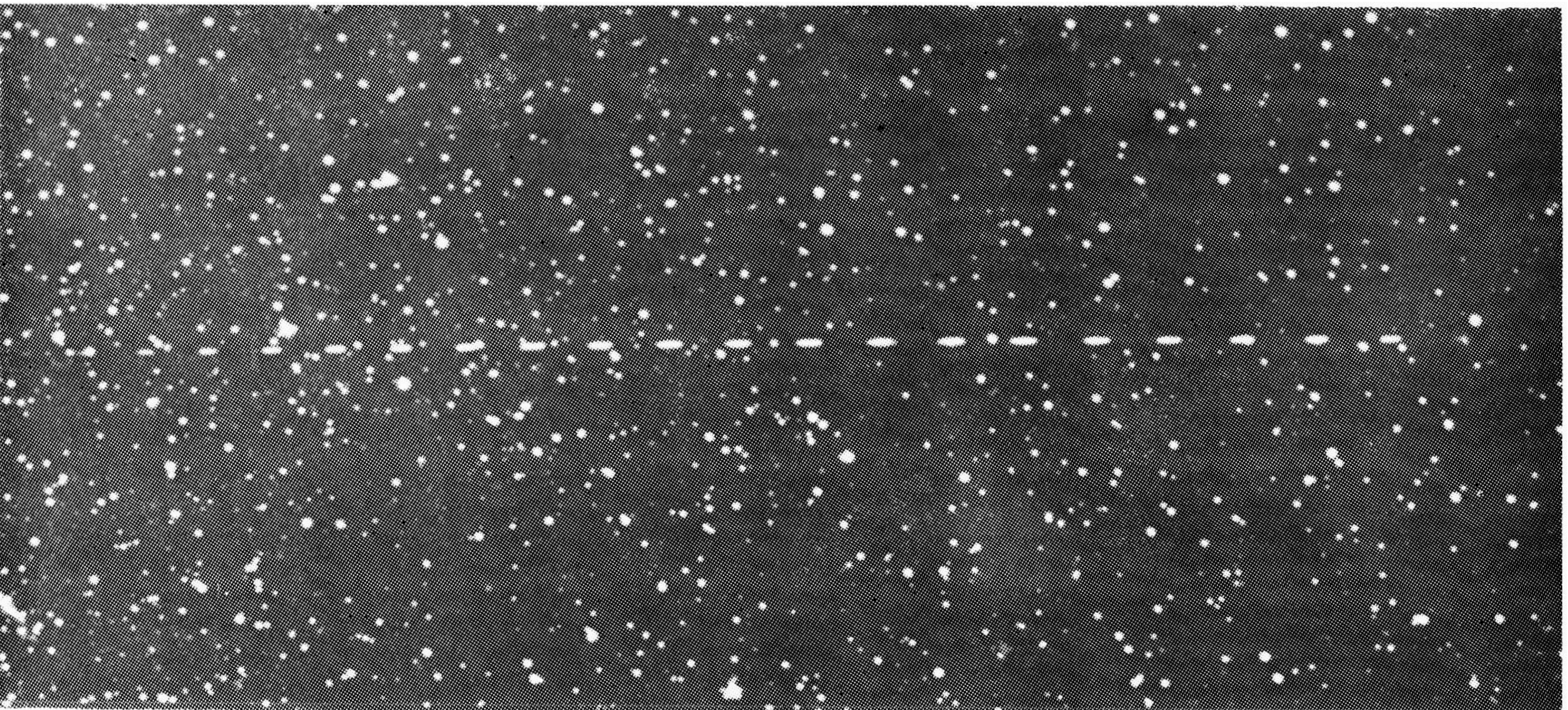
III. — U SR Srbji na popularizaciji astronomije u svakom broju rade:

1. — *Vasiona,* koja pored toga poklanja pažnju prilozima amatera i nastavi astronomije.

2. — *Galaksija,* časopis za popularizaciju nauke. Urednik Gavrilo Vučković. Postoji stručni savet od istaknutih naučnih radnika, kao što su prof. Dr. T. Anđelić, Dr. L. Randić i drugi. Časopis izdaje NIP »Duga«, Beograd, Vlajkovićeva 8. Ovo je treća godina izlaženja. Objavljeno je 24 broja. Aprila ove godine izašao je broj 4/74.

Pored navedenih postoje i drugi časopisi koji povremeno donose informacije iz astronomije. U doba burnog razvoja znanja o nebeskim telima nije jednostavno postići da pružene informacije budu naučno tačne i pristupačne. Zato je potrebno da se odgovorni stvarno oslone na što širi krug poznatih stručnjaka za pojedine oblasti astronomije. Svima im želimo što bolji uspeh.

P. M. Đ.



Сл. 5. — Фотографија једног светлог метеора са Super-Schmidt камером. Окидач на камери прави 1 800 обрта у минути. Притом постоје два поља вида, свако од по 45^0 отвора. На овој фотографији размак између два сјајна одсечка је потпуно таман. Почетак метеора на плочи је с леве стране.

VASIONA



ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU I ASTRONAUTIKU

Сл. 7. — Једна од многобројних фотографија о паду Тунгулског метеорита.